Untersuchungen über die Flußdichte schwäbischer Landschaften.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
einer
hohen Philosophischen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen
vorgelegt von

Marie-Luise Gönnenwein
aus Abstatt.

1931
Verlag der Hohenloheschen Buchhandlung F. Rau
Öhringen

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Druck: E. Schwendsche Buchdruckerei Schwäb. Hall

Gedruckt mit Genehmigung der
Philosophischen Fakultät der Universität Tübingen.

Dekan: Professor Dr. G. Rohlfs

Referent: Professor Dr. C. Uhlig

Tag der mündlichen Prüfung:
18. Dezember 1929.

Die Arbeit wird gleichzeitig als Heft 13 der erdgeschichtlichen und landeskundlichen Abhandlungen aus Schwaben und Franken im Verlag der Hohenloheschen Buchhandlung F. Rau Öhringen erscheinen.

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Einleitung ... 5
I. Überblick über die bisherigen Arbeiten und ihre Methoden ... 5
II. Wahl der Methode ... 9
III. Die Messungen auf der Karte ... 12
IV. Grenzen der Gebiete und Flußdichtetabellen ... 14
1. Rechtes unteres Enzgebiet ... 15
2. Schurwald ... 17
3. Östlicher Schwarzwald ... 17
4. Kniebisstock ... 19
5. Mittlere Alb ... 21
6. Nördliches Oberschwaben ... 23
7. Südliches Oberschwaben ... 25
V. Mittlere jährliche Niederschlagsmenge und Flußdichte ... 26
1. Die Niederschläge der einzelnen Stationen und ihre Reduktion ... 26
2. Die Niederschlagsstufen und ihre Areale ... 28
3. Verhältnis des Niederschlags zur Flußdichte ... 30
VI. Flußdichte und extreme Tagesmaxima des Niederschlags ... 32
VII. Flußdichte und mittlere jährliche Abflußmenge ... 34
VIII. Flußdichte und Vegetation ... 38
IX. Die geologisch-petrographischen Verhältnisse und die Flußdichte ... 43
1. Rechtes unteres Enzgebiet ... 43
2. Schurwald ... 44
3. Östlicher Schwarzwald ... 46
4. Kniebisgebiet ... 49
5. Mittlere Alb ... 50
6. Nördliches Oberschwaben ... 53
7. Südliches Oberschwaben ... 55
X. Einwirkung anderer Faktoren auf die Flußdichte ... 56
1. Höhenlage ... 56
2. Lagerung der Schichten ... 58
3. Lage zur Erosionsbasis ... 59
4. Junge Formveränderungen ... 60
XI. Zusammenfassung ... 60
1. Unser Gebiet ... 60
2. Vergleich mit anderen Untersuchungsgebieten ... 62
Literatur- und Kartenverzeichnis ... 64

Einleitung.

In seinen Grundzügen der physischen Erdkunde schreibt Supan: „Genaue Untersuchungen über die Dichte des Flußnetzes sind bisher nur für wenige Gegenden Europas ausgeführt worden. Ihre Ausdehnung auf alle Länderräume mit zuverlässigen Karten in großem Maßstab ist im höchsten Grade wünschenswert, denn Flußdichte ist zugleich auch Taldichte und daher ein ziffernmäßiger Ausdruck für den Grad der Zerschnittenheit des Geländes." (Lit. 10, S. 746.) Es handelt sich nun in der vorliegenden Arbeit darum, festzustellen, wie diese Verhältnisse in Württemberg liegen. Das geschah so, daß nicht das ganze Land zur Untersuchung herangezogen wurde, sondern die Flußdichte wurde in je einem Teilgebiet derjenigen Landschaften bestimmt, welche für Württemberg besonders bezeichnend sind.

I. Überblick über die bisherigen Arbeiten und ihre Methoden.

Es soll an dieser Stelle zunächst ein Überblick gegeben werden über die bereits vorhandenen Arbeiten, besonders auch über die Art, wie die einzelnen Verfasser die Flußdichte ihres Untersuchungsgebietes zu erfassen suchen.

Von deutscher Seite hat wohl als erster Penck auf die Aufgabe hingewiesen, die Dichte des Gewässernetzes eines Landes zu bestimmen (Lit. 8, Bd. I S. 365). Er gibt auch einige Zahlenwerte als Maß für diese Dichte an, indem er feststellt, daß in den Zentralalpen in Abständen von 5—6 km sich namhaftere Flüsse finden. In diese Flüsse münden in Abständen von 2—3 km voneinander Nebenflüsse und in diese wieder etwa alle 250 m ein Bach.

Auch Brückner befaßt sich in seinem Werk „Die feste Erdrinde und ihre Formen" mit dem Problem der Flußdichte. Eine Betrachtung des Einzugsgebietes der oberen Yonne und Seine zeigte ihm besonders deutlich starke Unterschiede der Flußdichte in nachbarlichen Gebieten. Brückner führt dies zurück auf den Unterschied von durchlässigen und undurchlässigen Gesteinen (Lit. 1, S. 209).

L. Neumann hat zuerst in exakter Methode die Frage nach der Flußdichte in Angriff genommen in einer Untersuchung über „Die

Dichte des Flußnetzes im Schwarzwalde" (Lit. 32). Genauer umfaßt sein Untersuchungsgebiet den ganzen südlichen sowie einen Teil des mittleren Schwarzwaldes, Teile des Randen und der Baar. Neumann gibt erstmals eine eigentliche Definition dessen, was er bei seinen Untersuchungen über die Flußdichte unter diesem Begriff versteht. Flußdichte ist nach ihm „der Quotient aus der Länge aller natürlichen Wasserläufe des betreffenden Flußgebietes durch das Areal desselben" oder kürzer: die Flußdichte ist gleich der Länge der Rinnsale auf der Flächeneinheit, dem Quadratkilometer. Diese kürzere Definition ist zugleich auch die allgemeinere und wir werden nachher sehen, daß an diesem Punkt andere Untersucher eingesetzt haben. Der Methode Neumanns folgt Sauerbier (Lit. 36) bei der Feststellung der Flußdichte im Gebiet der oberen und mittleren Saale.

Die Flußdichte im Elbsandsteingebirge und in dessen nordöstlichen Nachbargebieten behandelt Feldner (Lit. 19). Ihm scheint ein Fehler des Neumannschen Verfahrens darin zu liegen, daß dessen Werte zu sehr Durchschnittswerte sind, die ein Eingehen auf kleinere Züge im Bild des Flußnetzes unmöglich machen. Er kommt so zu einer anderen Methode. Er mißt die Größe der einzelnen Bodenflächen, welche von Wasserfäden umsponnen werden. Diese Flußnetzmaschen sind vergleichbar mit Halbinseln, deren offene Seiten nach der Wasserscheide zu liegen. Hier werden diese Halbinseln dadurch abgegrenzt, daß er die beiden Quellpunkte verbindet. Nach Feldner ist also der Ausdruck für die Dichte eines Gebietes die wechselnde Größe der einzelnen Masche; je größer die Masche, desto geringer ist die Flußdichte.

Eine abgeänderte Form der Feldnerschen Methode bringt Rasehorn in seiner Flußdichteuntersuchung des Harzes und seines nördlichen Vorlandes (Lit. 35). Ihm erscheint die Art und Weise, wie Feldner seine Masche der Wasserscheide zu abgrenzt, unnatürlich und gezwungen. Er bestreitet die Behauptung Feldners, daß die Gebiete um die Wasserscheiden abflußlos seien, vielmehr seien auch hier kleinste Wasseradern vorhanden, die nur vom Topographen nicht mehr aufgenommen werden. Darum will er die Gebiete in der Nachbarschaft der Wasserscheiden in seine Maschen hereinziehen. Er definiert daher die Flußnetzmasche als die Fläche zwischen zwei benachbarten Bächen, die auf der offenen Seite durch die Wasserscheide und den aus der Karte oft deutlich ersichtlichen Talweg abgeschlossen wird. Fehlt dieser, so tritt eine künstliche Begrenzung ein durch eine Linie, die vom Quellpunkt auf dem nächsten Weg zur Wasserscheide zieht. Rasehorn mißt ferner nicht jede einzelne Masche wie Feldner das tut, sondern er zählt die Anzahl der Maschen in einem Flußgebiet und setzt dann die gefundene Maschenzahl in Beziehung zur Größe des Gebietes. Er stellt also die Flußdichte durch die mittlere Größe der Maschen dar, und auch hier ist die Flußdichte um so größer, je kleiner die mittlere Flußnetzmasche ausfällt. Rasehorn hat außerdem nach dem Vorbilde Neumanns und Pencks den mittleren Abstand der Flüsse und ihre Dichte

festgestellt. Er kommt auf diese Weise im wesentlichen zu denselben Ergebnissen. Doch zieht er das abgeänderte Feldnersche Verfahren vor wegen der Unabhängigkeit von jeder Längenbestimmung, und weil sich hier Verschiedenheiten in der Flußdichte in den Zahlenwerten deutlicher bemerkbar machen als bei Neumann.

Hieran schließen sich in ihrer Methode auch die Arbeiten an, die von Wolff über die Flußdichte im Gebiet der Ahr, Erft und Roer (Lit. 47) und von Böhmer über die im Gebiet der mecklenburgischen Seenplatte und ihrer Vorländer (Lit. 13) gemacht wurden. Auch sie wenden das von Rasehorn abgeänderte Feldnersche Verfahren an, Böhmer als Ergänzung außerdem noch das Neumannsche.

Schon oben wurde angedeutet, daß weitere Untersuchungen ausgingen von dem zweiten Teil der Neumannschen Definition, nämlich: Die Flußdichte ist die Flußlänge auf der Flächeneinheit.

Suerken behandelt die Flußdichte im östlichen Teil des Münsterschen Beckens (Lit. 40). Er war durch die besonderen Verhältnisse seines Untersuchungsgebietes gezwungen, von der ersten Neumannschen Definition: Flußdichte ist der Quotient aus der Länge der natürlichen Wasserläufe eines Gebietes durch das Areal desselben, abzusehen, weil eine genaue Feststellung des Verlaufes der Wasserscheide in seinem Gebiet nicht an allen Stellen möglich war. Er nimmt als Flächeneinheit, auf die er dann jedesmal die Länge der Flüsse bezieht, ein Trapez, dessen Grundlinien durch je zwei Längenminuten, dessen Seitenlinien durch eine Breitenminute gebildet werden. Durchschnittlich ist diese Fläche in seinem Gebiet 4,2 qkm groß.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Wasserscheide im schweizerisch-französischen Jura, dessen Flußdichte Fluck untersucht hat (Lit. 20). Auch hier ist die orographische Wasserscheide durchaus nicht immer diejenige Grenze, die das Niederschlagswasser verschiedenen Flußgebieten zuweist. Fluck muß sich daher grundsätzlich an die Suerkensche Methode halten, mit der kleinen Abwandlung, die sie erstmals durch Schaefer in seiner Untersuchung über Flußdichte erfahren hat (Lit. 37). Dieser wählt an Stelle des Suerkenschen Trapezes als Flächeneinheit ein Quadrat von 2 km Seitenlänge. Er zieht dieses Verfahren vor, weil der Inhalt des Quadrates ja stets derselbe bleibt, während Suerkens Trapezfläche doch nur ein Mittelwert ist. Die Schwankungen um diesen Mittelwert sind bei Suerken allerdings gering, weil er ein Gebiet mit geringen Breitenunterschieden behandelt. Das würde sich jedoch in einem Gebiet mit erheblicher Nord—Süd-erstreckung sofort ändern. Dann hätte man, um genau zu sein, mit verschiedenen Trapezgrößen zu arbeiten.

Auch Puls ist in seiner Arbeit von der zweiten Neumannschen Definition ausgegangen. Seine Untersuchung hat einen Vergleich zwischen der Flußdichte des Flachlandes, des Mittelgebirges und des Hochgebirges zum Ziele. Auch hat er einen Teil von Attika zur Untersuchung herangezogen, weil er damit die Flußdichte eines anderen

Klimagebietes feststellen wollte (Lit. 34). Da er keinen Wert auf Untersuchung der Einzelheiten eines jeden Gebietes legt, sondern allein auf die Vergleichbarkeit der verschiedenen Gebiete, so kann er die Teilgebiete, in welchen er die Flußlänge mißt, beliebig groß wählen. Aus praktischen Gesichtspunkten heraus nimmt er als Flächeneinheit das Meßtischblatt selbst. Für die Beziehung der ermittelten Flußlängen und Areale dient ihm als Maß nicht allein das Verhältnis Länge : Fläche. Er benützt noch ein anderes, das Boettcher im Anschluß an eine Untersuchung von Henkel zur Berechnung der Dichte von Eisenbahnnetzen (Lit. 14, S. 635 und 220) aufgestellt hat. Boettcher denkt sich das Untersuchungsgebiet in Quadratform gebracht. Die Länge der Eisenbahnen bzw. der Flüsse wird verteilt auf zwei Scharen von Geraden, die den Quadratseiten parallel sind und deren Schnittpunkte in der Mitte kleiner Quadrate liegen, aus denen sich das große Quadrat zusammensetzt. Es ist klar, daß je mehr Länge in diesem unterzubringen ist, desto enger die Parallelen aufeinanderrücken müssen. Entsprechend muß auch die Seitenlänge der kleinen Felder, die Maschenweite genannt wird, abnehmen. Sie ist der Ausdruck für die darzustellende Dichte. — Es sei F der Inhalt des Gebietes, L die Länge der unterzubringenden Strecke, x die Seite der kleinen Felder und im großen Quadrat seien a^2 Felder vorhanden, dann bestehen folgende Beziehungen:

$$x^2 \cdot a^2 = F$$

$$2x \cdot a^2 = L. \text{ Hieraus durch Division:}$$

$$\frac{x}{2} = \frac{F}{L} \text{ oder}$$

$$x = \frac{2F}{L}$$

Kurz sei noch erwähnt eine Arbeit von Spöttle, in der er die Gesamtlänge der fließenden Gewässer in Bayern zu bestimmen sucht (Lit. 39). Er bestimmt für einzelne bezeichnende Flußgebiete innerhalb einer geologischen Formation die Flußdichte nach Neumann und dann durch geeignete Verallgemeinerung den Wert der Flußdichte für die einzelnen geologischen Gebiete und endlich für ganz Bayern.

Ferner sei noch hingewiesen auf eine Bemerkung von Gravelius, der als Ergänzung zur Neumannschen Verteilungsdichte auch die Anordnungsdichte bestimmt wissen möchte (Lit. 24, S. 178). Diese Anordnungsdichte ist der mittlere Abstand je zweier aufeinanderfolgender Zuflußmündungen in einem Gebiet. Wir hätten damit eine Kombination der Methoden von Neumann und Penck.

Diese verschiedenen Wege zur Feststellung der Flußdichte sind zu unterscheiden von denen, die ein übersichtliches Gesamtbild der gefundenen Dichtewerte geben. Die Werte werden zu einzelnen Gruppen zusammengefaßt, und diese Flußdichtestufen bald mit verschiedenen Farben, bald mit verschiedenen Schraffierungen bezeichnet. Suerken und Schaefer beziehen den Wert, den sie in jedem ihrer Trapeze oder

Quadrate finden, auf die Mitte dieser Figuren und ziehen dann Linien gleicher Flußdichte. Puls, dem es allein auf einen Vergleich ganzer Gebiete ankommt, kann sich für jedes Gebiet auf die Aufzeichnung eines Quadrates mit der gefundenen Maschenweite beschränken.

II. Wahl der Methode.

Es stehen sich somit eigentlich nur zwei wesentlich verschiedene Methoden gegenüber: auf der einen Seite Feldner—Rasehorn, auf der anderen Seite Neumann mit seinen verschiedenen Abwandlungen durch Suerken, Puls und Schaefer. Suerken und Rasehorn wenden sich zweifellos mit Recht gegen den Ausschluß der Gebiete um die Wasserscheide, den Feldner vorgenommen hat, denn damit würde die Berechnung der Durchschnittsdichte irgend eines Flußgebietes unmöglich. Ferner ist Feldners Methode zwar auf kleinem Raum wohl ausführbar, aber bei einer Betrachtung größerer Gebiete wird sie allzu umständlich und zeitraubend. Für Rasehorns und Feldners Methode gilt, daß beide ihre Berechnung der Flußdichtewerte nicht auf die Gesamtlänge aller Fäden eines Flußnetzes stützen, sondern auf die Anordnung, die diese Fäden haben, und zwar auf diese allein. Zur Erläuterung diene die nebenstehende Skizze. Die gestrichelte Linie sei die Wasserscheide und F die Größe des Flußgebiets. Rasehorn hätte als Flußdichtewert $\frac{F}{13}$ bekommen. Gesetzt den Fall, diese Bäche oder einzelne von ihnen seien etwas wasserreicher, so daß ihr Oberlauf auf der Karte sich nach der Wasserscheide zu verlängert zeigen würde (gestrichelte Linien), während dort vorher nur ein nicht eingezeichnetes Rinnsal floß, so würde das Rasehorn mit seiner Methode nicht erfassen. Er hätte immer noch den Flußdichtewert $\frac{F}{13}$. Dabei soll nicht übersehen werden, daß praktisch bei wesentlich größerer Gesamtlänge der Wasserfäden auch die Maschenzahl größer ist. Andererseits würde bei ihm die Ausbildung eines auch nur winzig kleinen, auf der Karte gerade noch verzeichneten Wasserlaufs, den Flußdichtewert schon ziemlich stark erhöhen, ebenso stark, wie wenn dort ein Wasserlauf von größerer Bedeutung vorhanden wäre. Demgegenüber ist die Neumannsche Methode doch wohl die genauere. Hier wird sich jede derartige Veränderung im Flußgebiet, sofern sie überhaupt auf der Karte zum Ausdruck kommt, sofort bemerkbar machen.

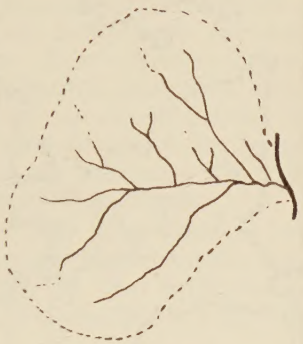
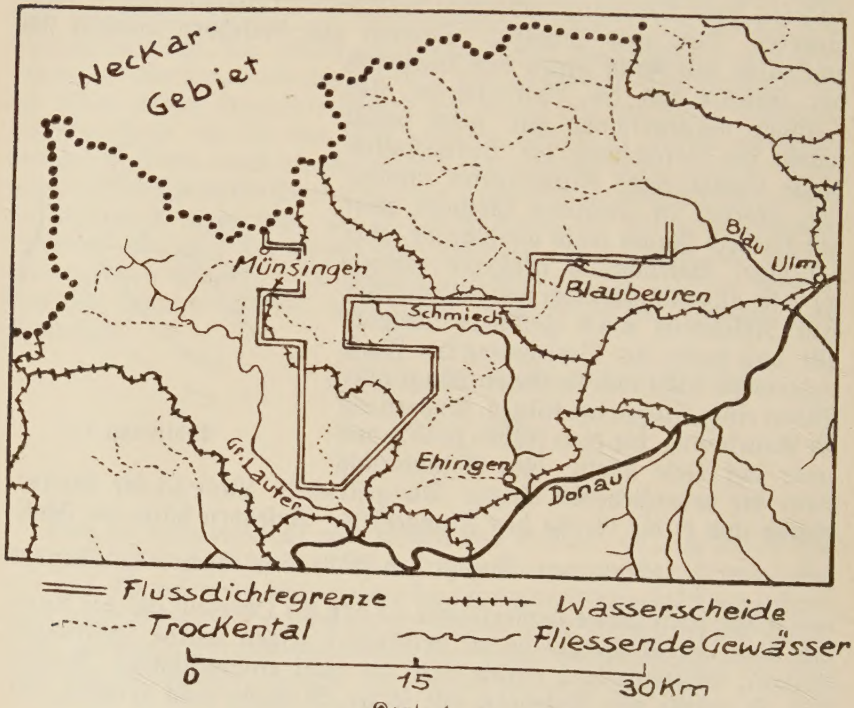


Abbildung 1.

Eines allerdings wäre gegen Neumann einzuwenden: die durchschnittliche Größe der Gebiete, auf die er jedesmal die Flußdichte bezieht, beträgt etwa 70 qkm. Die so erhaltenen Werte scheinen mir doch so starke Durchschnittswerte zu sein, daß sie manche interessante Beziehung verwischen können. Auch ist es durchaus nicht immer vorteilhaft, die Flächen, deren Flußlänge gemessen werden, durch Wasserscheiden abzugrenzen. Es muß doch immer mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß sich auch recht scharfe Flußdichteunterschiede in ihren Grenzen nicht decken mit Wasserscheiden, sondern diese unter



Karte 1.

größerem oder kleinerem Winkel kreuzen. Dann aber werden der Flußdichte nach tatsächlich zusammengehörige Gebiete auseinandergerissen und verschiedenen Flußgebieten zugeteilt, so daß die tatsächlich vorhandene Zusammengehörigkeit nicht mehr hervortritt und auch die Grenze zwischen den zwei Gebieten verschiedener Flußdichte verwischt wird. Der Verlauf der Wasserscheiden zwischen großer Lauter und Schmiech sowie Schmiech und Blau ist ein gutes Beispiel hierfür. Die Linie, welche die Flußdichtestufe 0,00—0,01 von den höheren Stufen im Südosten abtrennt, fällt keineswegs mit ihr zusammen. Man vergleiche etwa den Verlauf beider Linien im Nordwesten von Ehingen. Eine

Abgrenzung nach Wasserscheiden würde die bezeichnende Eigenart der Flußdichte hier nicht zur Geltung kommen lassen. Außerdem ist dieses Verfahren besonders im Hinblick auf den untersuchten Teil der Alb nicht ratsam, da in den weiten Flächen ohne regelmäßigen oberirdischen Abfluß eine Festlegung der tatsächlichen Wasserscheide, somit eine genaue Kenntnis der Größe der einzelnen Gebiete schwer oder überhaupt nicht zu erreichen ist (vgl. die Flußdichtekarte der mittleren Alb, S. 22).

Ich habe mich darum, unter Beibehaltung der Neumannschen Grundlinien in meiner Methode an Schaefer angeschlossen, der die Flußlänge innerhalb quadratischer Flächen mißt. Dabei war noch zu überlegen, welche Quadratgröße sich für die zu untersuchenden Gebiete eignen würde.

Bei der Auswahl der letzteren hielt ich mich an Gradmanns Gliederung von Württemberg (Lit. 2, S. 33 ff.) und suchte dann aus den einzelnen Landschaften je ein Teilgebiet aus. Deren Grenzen fallen teils mit den natürlichen Grenzen der Landschaften zusammen, teils sind sie mehr oder weniger künstlich. Es wurden untersucht ein Gebiet aus der Platte des östlichen Schwarzwaldes, der Kniebisstock, das rechte untere Enzgebiet, der Schurwald, ein Stück der mittleren Alb und ferner noch ein nördliches und südliches Stück Oberschwabens.

Die Penckschе Anordnungsdichte kann nun, wie schon Schaefer betont, gute Dienste tun bei der Wahl der Weite des Maschennetzes, mit dem ein Untersuchungsgebiet überzogen werden soll. Zur Erläuterung sei, etwas schematisch, ein Flußnetz gezeichnet. Es zeigt sich, daß sich das ungefähre Minimum der Quadratseite bestimmen läßt aus dem durchschnittlichen Abstand zweier aufeinanderfolgender Zuflußmündungen des Hauptflusses. Geht man wesentlich unter dieses Minimum herunter, so bekommt man Maschen mit der Flußdichte 0,00 in einem durchaus nicht flußfreien Gebiete. Nach dieser Methode wurden daher einige Hauptflüsse untersucht, und zwar geschah dies nur bei einer Seite des Flusses, wenn nur die Nebenflüsse dieser Seite für die Landschaft in Betracht kamen. Auch wurden in den übrigen Fällen die beiden Ufer für sich behandelt, da es mehr galt, die Abstände der Zuflüsse in der Landschaft rechts und links vom Hauptfluß zu erfassen als die Flußabstände im Tal selber. Zweimalige Messung ergab folgendes:

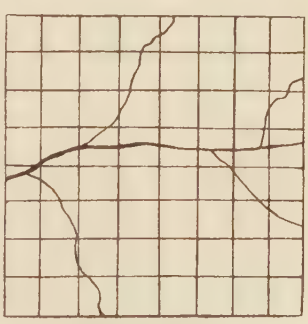


Abbildung 2.

Fluß	Mittlerer Abstand in km	Mittlerer Abstand für das ganze Gebiet in km
Enz, rechte Seite	2,89	
Glems, rechte Seite	3,57	Rechtes unteres Enzgebiet 4,20
Glems, linke Seite	6,15	

Fluß	Mittlerer Abstand in km	Mittlerer Abstand für das ganze Gebiet in km	
Fils, rechte Seite	1,03	Schurwald	1,15
Rems, linke Seite	1,27		
Untere Nagold, linke Seite	2,16	Östlicher Schwarzwald	2,15
Obere Nagold bis Altensteig, rechte Seite	1,84		
Obere Nagold bis Altensteig, linke Seite	1,68		
Enz, rechte Seite	2,93		
Rechtmurg und Murg bis Baiersbronn, rechte Seite	0,86	Kniebisstock	0,75
Rechtmurg und Murg bis Baiersbronn, linke Seite	0,90		
Murg vom Thonbach ab, linke Seite	0,48		
Erms, rechte Seite	1,57	Mittlere Alb	3,04
Erms, linke Seite	1,83		
Große Lauter, linke Seite	5,71		
Donau, rechte Seite	2,45	Nördliches Oberschwaben	1,90
Roth, linke Seite	1,59		
Roth, rechte Seite	1,67		
Schussen, rechte Seite	1,42	Südliches Oberschwaben	1,71
Schussen, linke Seite	1,25		
Argen, rechte Seite	2,46		

Das für die einzelnen Gebiete bestimmte ungefähre Minimum der Länge einer Quadratseite ist recht verschieden. Aber die Wahl gleich großer Felder für alle Gebiete war nötig, wenn die Ergebnisse vergleichbar sein sollten. Die gewählte Quadratseite durfte vom größten Minimum (4,20) nicht zu sehr nach unten abweichen, zugleich aber für die in sich mannigfaltiger gestalteten Gebiete nicht zu groß werden. Diesen Forderungen versuchte ich durch die Wahl einer Seitenlänge von 3 km zu entsprechen.

III. Die Messungen auf der Karte.

In den einzelnen Gebieten wurden alle Gewässer gemessen, welche auf der topographischen Karte von Württemberg im Maßstab 1:25000 verzeichnet sind, zunächst die dauernd fließenden Gewässer, dann aber auch diejenigen Bäche und Rinnsale, welche nur zeitweilig Wasser führen (auf der Karte gestrichelt eingetragen). Vorhandene Altwasser wurden nur dann und nur soweit gemessen, als sie zugleich das Mün-

dungsstück eines Nebenflusses darstellen. So wird eine bessere Vergleichbarkeit der Flüsse, welche in längst kultivierten Talebenen dahinziehen, mit denjenigen ermöglicht, welche erst in neuerer Zeit ihrem natürlichen Zustande entzogen worden sind (Donaukorrektion). Bewässerungsgräben, Kanäle bei Mühlen und Fabrikanlagen wurden im allgemeinen nicht gemessen. Nur wenn ein Teil eines Kanales zugleich die Mündung eines Zuflusses bildete, wurde dieser Teil bei der Messung berücksichtigt.

Die Messungen wurden mit dem Mikrometerschraubenzirkel ausgeführt, wobei immer 4 mm = 100 m in den Zirkel genommen wurden. An Handlichkeit zeigte sich dieser dem Kurvimeter bei der Ausmessung engmaschiger Teile des Flußnetzes überlegen. Selbstverständlich wurde in jedem Feld die Messung zweimal ausgeführt und dann das Mittel aus beiden Messungen genommen. War einmal die Differenz beider Mittel auffallend groß, so wurde durch eine dritte Messung nachgeprüft, welche der beiden ersten Messungen die richtigere war. Doch stimmten meist die beiden ersten Messungen schon gut überein.

Vor Beginn der Ausmessungen wurde noch eine Vergleichsmessung zwischen einem Ulefchen Polarkurvimeter und dem benützten Zirkel durchgeführt. Aus 15 Messungen ergab sich, daß das Kurvimeter die Strecke von 20 cm mit 1,928 Einheiten anzeigte. Dies wurde bei der Vergleichsmessung berücksichtigt. Zur Messung wählte ich die beiden Kartenblätter Stammheim und Leonberg aus. Es wurden je drei Zirkelmessungen und je drei Kurvimetermessungen ausgeführt. Natürlich würde dies für eine ganz exakt durchgeführte Vergleichsmessung nicht genügen, doch ist durch die drei Messungen der Zweck wohl erreicht, die ungefähre Größe des Fehlers festzustellen, welcher daraus entspringt, daß bei den Zirkelmessungen an gekrümmten Stellen die Sehne statt des Bogens gemessen wird.

Blatt Leonberg ergab:

	I	II	III	Mittel
Zirkel:	100,30 km	100,25 km	100,40 km	100,32 km
Kurvimeter:	106,17 km	106,34 km	106,16 km	106,22 km

Das Mittel des Kurvimeters übertrifft das Zirkelmittel um 5,88%.

Blatt Stammheim ergab:

	I	II	III	Mittel
Zirkel:	82,55 km	82,40 km	82,55 km	82,50 km
Kurvimeter:	86,31 km	86,20 km	86,07 km	86,19 km

Das Mittel des Kurvimeters übertrifft das Zirkelmittel um 4,47%.

Fassen wir zusammen, so ergibt sich, daß das Kurvimetermittel 5,18% über dem Zirkelmittel liegt. Demnach erhöhte ich die erhaltenen Zirkelwerte um 5%; und diese Werte sind es, welche in den nachfolgenden Tabellen angeführt werden.

IV. Grenzen der Gebiete und Flußdichtetabellen.

Es wurde schon erwähnt, daß sich die vorliegende Untersuchung in der Auswahl der Gebiete an die Gradmannsche Landschaftsgliederung anschließt. Unterland, Schwarzwald und Oberschwaben sind in je zwei wichtigen Teilgebieten vertreten, von der Alb ist nur eines, dafür ein umfangreicheres, untersucht worden. Die Grenzführung wurde so vorgenommen, daß die Grenzen der Gebiete möglichst weitgehend mit denen der zugehörigen Landschaft zusammenfallen, also natürliche sind. Wo dies nicht der Fall ist, schließen sie sich zuweilen an auffallendere Züge im Landschaftsbild an, die eine gewisse Absonderung, wenn auch nicht Trennung ergeben. So sind die Täler von Neckar und Enz, wenn auch in etwas erweitertem Sinne, solche Leitlinien für die Abgrenzung des Enzgebietes von den übrigen Teilen des Neckarbeckens gewesen. Soweit der Grenzverlauf nicht in der Natur begründet, also rein künstlich ist, waren praktische Rücksichten maßgebend, so z. B. bei der Südwest- und Nordostgrenze der Alb. Da die Gebietsgrenzen zugleich die von Quadratfeldern sind, so waren zuweilen noch kleinere Verschiebungen erforderlich; das Feldernetz selber ist so gelegt worden, daß die eine Schar seiner Parallelen ost-westlich orientiert ist.

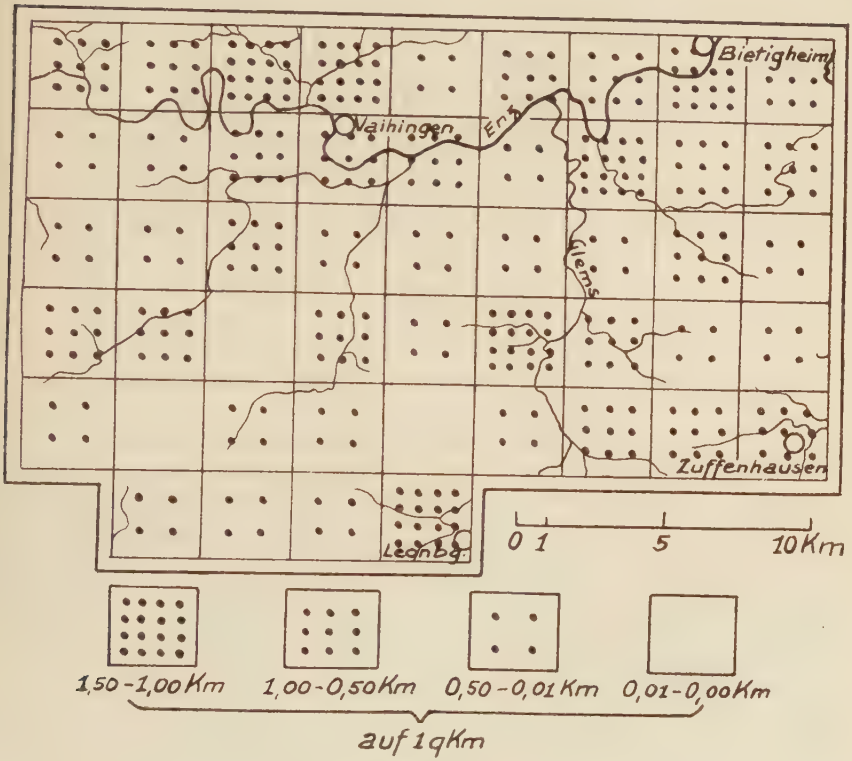
Es sollen nun die Grenzen der untersuchten Gebiete genauer angegeben und die Dichtewerte sowohl für die ständig als für die periodisch fließenden Gewässer aufgestellt werden. Im folgenden beziehen sich die Flußdichtetabellen I jeweils auf die dauernd fließenden, die Flußdichtetabellen II auf die dauernd und periodisch fließenden Gewässer. Die Anordnung der Zahlen in den Tabellen entspricht dabei dem Feldernetz, das jede Landschaft überzieht, der obere Rand der Tabelle ist somit die Nordgrenze der Landschaft. Die gewonnenen Ergebnisse wurden durch Flußdichtekarten der einzelnen Landschaften veranschaulicht. Es wurden aber dabei nur die Werte der Tabellen I berücksichtigt, denn diese geben die Flußdichte an, wie man sie während des größeren Teils des Jahres in der betreffenden Landschaft findet. Als Grundlage für die Zeichnung (nicht für die Messung) des Flußnetzes und der Lage einiger bedeutender Ortschaften, die den Überblick erleichtern sollten, diente die topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches im Maßstab 1:200000. Die einzelnen Flußdichtewerte wurden zu sieben Stufen zusammengefaßt. Die erste Stufe wird von der Flußdichte 0,00—0,01 gebildet. Es schien mir wünschenswert, diese Dichte auszusondern, um extrem flußarme Gebiete auch als solche auf der Karte kenntlich zu machen. Die folgenden Stufen wurden so ausgewählt, daß ein Anwachsen der Flußdichte um 0,50 km/qkm zur nächsten Stufe hinüberführt. Zur Veranschaulichung wurden die Felder je nach ihrer Dichte mit einer größeren oder kleineren Anzahl von Punkten bedeckt, nur die Dichtestufe 0,00—0,01 wurde von diesen freigelassen. Sonst steigert sich von Stufe zu Stufe die Anzahl der Punkte von 2^2, 3^2 usw. bis 7^2. Ich sah davon ab,

wie Suerken und Schaefer Linien gleicher Flußdichte zu zeichnen. Die so entstehenden Karten sind nicht übersichtlicher, als wenn jedes Quadratfeld mit der Punktzahl der ihm zugehörigen Dichtestufe bedeckt ist.

1. Rechtes unteres Enzgebiet.

Die Westgrenze schließt sich möglichst der Grenze Muschelkalk/Buntsandstein an und zieht westlich von Heimsheim vorbei, dann über Wurmberg, Öschelbronn nach Mühlacker. Die Südwestecke bleibt besser

Flussdichtekarte des rechten unteren Enzgebietes.



Karte 2.
Die Seitenlänge der Quadrate beträgt 3 km.

ausgeschaltet, da sie nahe zur Hälfte schon im Gebiet des oberen Buntsandsteins liegt, im Tal selber eben noch der Hauptbuntsandstein angeschnitten wird. Die Nordgrenze verläuft etwas nördlich der Enz über

Illingen, Groß-Sachsenheim, Bietigheim, Großingersheim, von dort zieht die Ostgrenze nach Zuffenhausen. Die Südgrenze paßt sich möglichst der Grenze gegen die geschlossenen Keupermassen an und zieht unter Ausschluß der Keuperzüge südlich von Feuerbach und des Engelbergs bei Leonberg sowie des größten Teils der sich anschließenden, weit ausladenden Gipskeuperbedeckung von Zuffenhausen über Leonberg wieder auf Heimsheim zu.

Flußdichtetabelle I

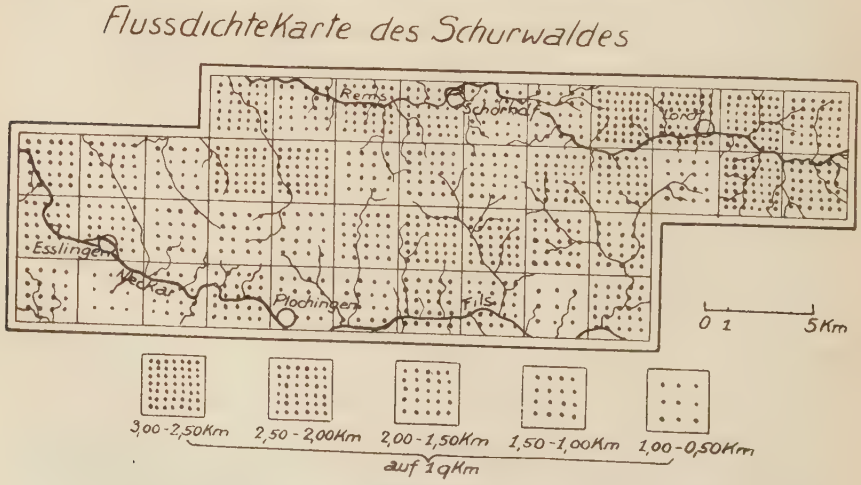
0,95 0,60 1,11 1,05 0,14 0,97 0,84 **1,30** 0,95
0,08 0,13 0,83 0,74 0,89 0,43 1,05 0,61 0,90
0,23 0,05 0,50 0,46 0,07 0,19 0,38 0,61 0,10
0,54 0,52 **0,00** 0,55 0,23 1,15 0,89 0,26 0,16
0,26 0,00 0,39 0,13 0,00 0,42 0,82 0,71 0,97
0,41 0,02 0,35 1,13

Der Durchschnittswert beträgt hiernach 0,53 km/qkm.

Flußdichtetabelle II

1,11 0,60 1,11 1,05 0,14 0,97 0,84 **1,30** 0,95
0,24 0,35 0,83 0,74 0,89 0,43 1,05 0,61 0,90
0,29 0,05 0,50 0,46 0,07 0,19 0,53 0,71 0,10
0,87 0,52 **0,00** 0,55 0,23 1,15 0,89 0,26 0,16
0,42 0,00 0,39 0,13 0,00 0,42 0,82 0,71 1,09
0,41 0,02 0,35 1,13

Die mittlere Flußdichte beträgt hier 0,56 km/qkm.



Karte 3.
Die Seitenlänge der Quadrate beträgt 3 km.

2. Schurwald.

Die Nordgrenze zieht zunächst am Rand der östlichen Ausbuchtung des Neckargebietes südlich von Fellbach entlang, dann nördlich der Rems über Schorndorf bis nahe an Gmünd. Von dort zieht die Ostgrenze, sich möglichst an die Grenze von schwarzem und braunem Jura haltend, über Wäschenbeuren zum Filstal westlich von Göppingen. Dann folgt die Grenze im ganzen dem Tale dieses Flusses bis zu seiner Mündung bei Plochingen; sie zieht hier in der alten Richtung noch weiter bis in die Gegend von Scharnhausen, so ein Stück Keuper- und Liasland des linken Neckargebiets noch hereinziehend. Von dort verläuft sie nordwärts, folgt noch eine Strecke weit dem linken Rand des Neckartales und zieht dann über den Neckar hinüber zum Ausgangspunkt zurück.

Flußdichtetabelle I

			2,12	1,96	2,12	2,02	1,69	1,87	2,85	**2,88**	2,60	2,09
1,51	1,55	1,28	2,16	2,25	1,47	1,66	1,97	2,29	2,01	1,34	2,67	2,32
1,53	1,58	1,02	1,16	1,23	1,61	2,47	2,46	1,52	1,78			
1,35	**0,85**	1,49	1,91	1,49	1,49	1,92	1,86	0,93	1,54			

Die mittlere Flußdichte beträgt 1,81 km/qkm.

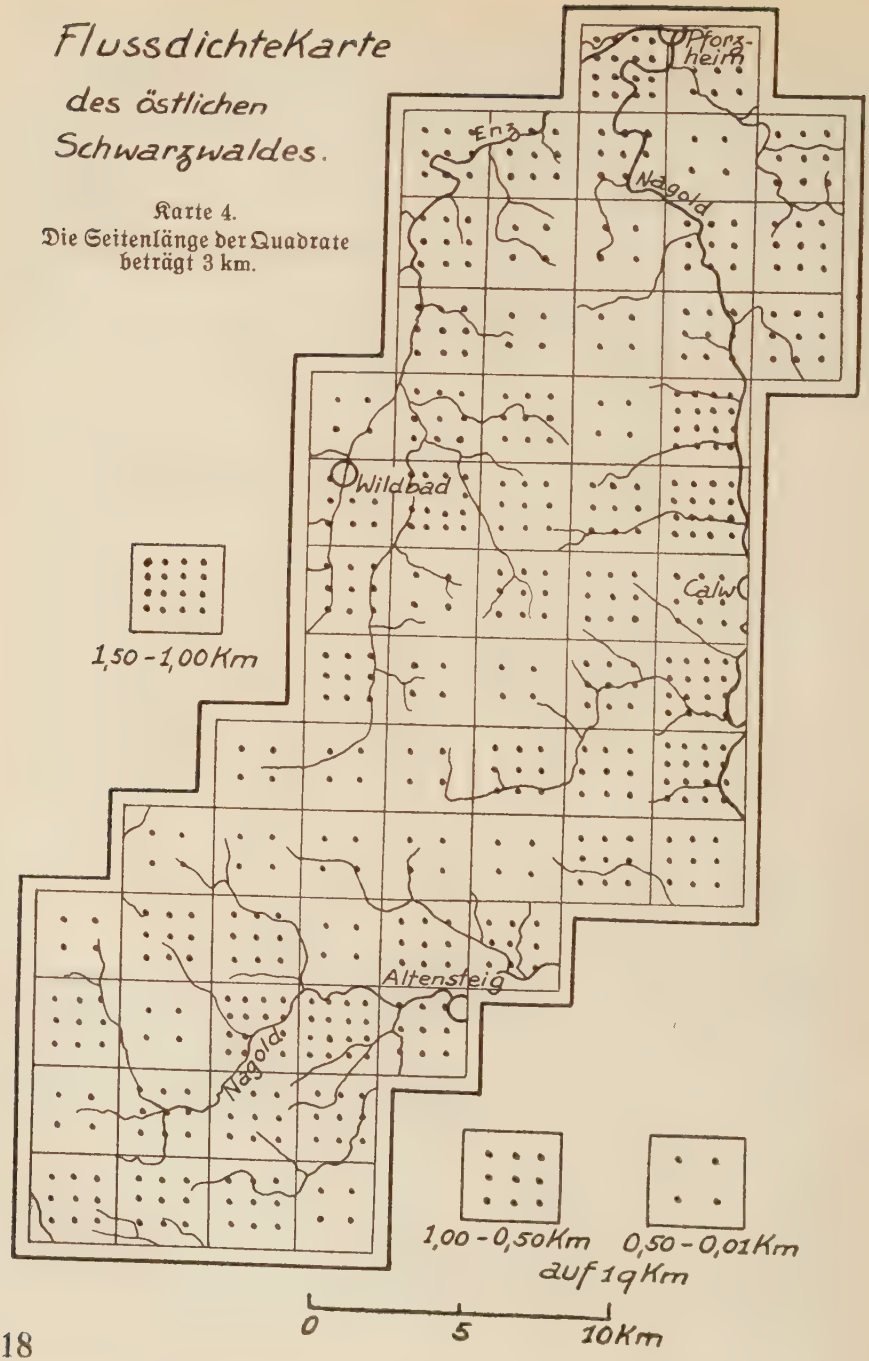
Flußdichtetabelle II

			2,12	1,96	2,17	2,02	1,75	2,00	**3,17**	3,03	3,04	2,15
1,52	1,55	1,35	2,25	2,30	1,47	1,66	1,97	2,39	2,26	1,37	2,67	2,32
1,53	1,58	1,05	1,27	1,23	1,61	2,47	2,46	1,63	1,86			
1,35	**0,85**	1,49	1,91	1,53	1,49	1,92	1,86	0,93	1,54			

Die mittlere Flußdichte beträgt hier 1,86 km/qkm.

3. Östlicher Schwarzwald.

Die Ostgrenze folgt der Grenze von Buntsandstein und Muschelkalk. Sie geht etwas östlich von Pforzheim vorbei, buchtet nach Osten aus bis in die Gegend von Tiefenbronn, dann zieht sie zum Ostrande des Nagoldtales bei Liebenzell zurück und von dort nach Süden bis Wildberg. Da das Muschelkalkgebiet um Nagold ausgeschlossen werden soll, so verläuft die Grenze weiter nach Altensteig und Pfalzgrafenweiler, von dort, den südlichsten Teil der Landschaft ausschließend, bis in die Gegend von Klosterreichenbach. Die Westgrenze zieht zunächst an der Grenze des Kniebisstockes hin östlich dem Murgtal entlang bis Schwarzenberg, geht dann hinüber zum Tal der Großen Enz und folgt, die Hohlohgruppe zu ihrer Linken lassend, im ganzen auch dem Tale der vereinigten Großen und Kleinen Enz bis Pforzheim.


Flussdichtekarte
des östlichen
Schwarzwaldes.
Karte 4.
Die Seitenlänge der Quadrate
beträgt 3 km.
Pforz-
heim
Enz
Nagold
Wildbad
Calw
1,50 - 1,00 Km
Altensteig
Nagold
1,00 - 0,50 Km
0,50 - 0,01 Km
auf 1 qKm
0
5
10 Km

Flußdichtetabelle I

1,18 0,76
0,75 0,72 0,78 0,26 0,80
0,74 0,46 0,31 0,64 0,86
0,78 0,46 0,16 0,67 0,67
0,42 0,93 0,71 0,15 1,19
0,83 1,06 0,72 0,87 **1,24**
0,96 0,41 0,91 0,53 0,99
0,87 0,43 0,39 0,76 1,15
0,44 0,47 0,45 0,77 0,65 1,24
0,40 0,36 0,36 **0,14** 0,17 0,64 0,56
0,45 0,63 0,63 0,26 0,78 0,89
0,62 0,30 1,21 1,18 0,90
0,46 0,82 0,60 0,99
0,74 0,60 0,88 0,42

Die Durchschnittsdichte beträgt 0,66 km/qkm.

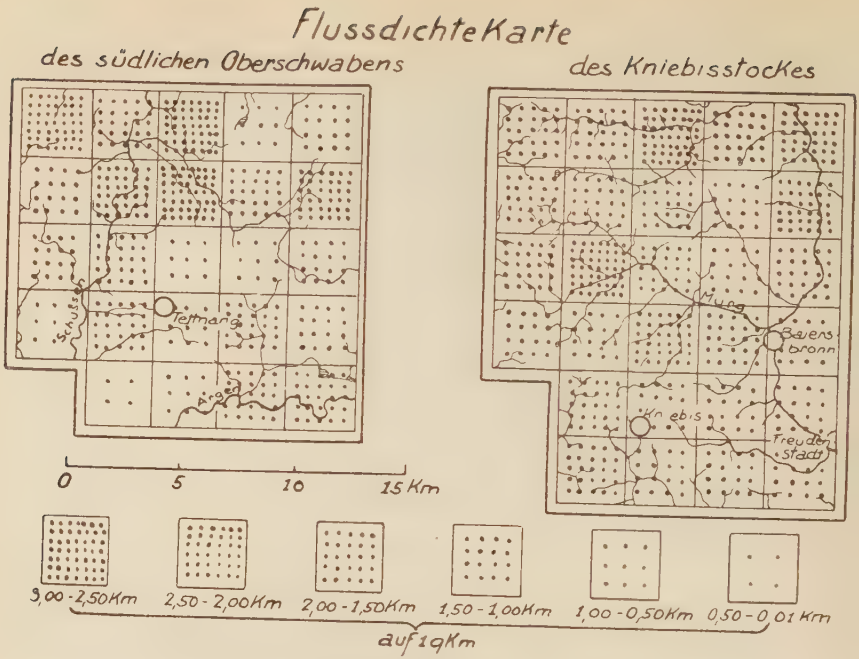
Flußdichtetabelle II

1,18 0,76
0,75 0,72 0,78 0,26 0,82
0,74 0,61 0,46 0,64 0,86
0,78 0,47 0,37 0,67 0,67
0,42 0,93 0,71 0,15 1,19
0,83 1,06 0,72 0,87 **1,24**
0,96 0,50 1,05 0,53 0,99
0,87 0,43 0,39 0,76 1,15
0,44 0,47 0,45 0,77 0,65 1,24
0,40 0,36 0,36 **0,14** 0,17 0,64 0,56
0,50 0,63 0,63 0,32 0,78 0,89
0,91 0,37 1,21 1,18 0,90
0,46 0,82 0,60 0,99
0,74 0,60 0,88 0,42

Die Durchschnittsdichte beträgt hier 0,69 km/qkm.

4. Kniebisstock.

Die Ostgrenze zieht von Schwarzenberg zunächst östlich am Murgtale entlang, dann in gleicher Richtung weiter bis südlich von Freudenstadt. Von dort verläuft die Grenze im Süden vom Forbachtal, bis sie im Südwesten des Dorfes Kniebis die Grenze von Buntsandstein gegen das Grundgebirge erreicht. Dieser folgt auch die Westgrenze bis zur Hornisgrinde, und von dort zieht die Nordgrenze über das Langenbach- und Schönmünztal nach Schwarzenberg.



Karte 5 und 6.
Die Seitenlänge der Quadrate beträgt 3 km.

Flußdichtetabelle I

1,71 1,61 2,57 1,86 2,37
1,83 1,90 1,72 1,37 2,15
1,58 **2,69** 1,77 1,29 1,65
1,39 1,36 2,36 1,70 1,08
1,90 **1,02** 1,30 1,39
1,86 1,30 1,30 1,05

Die mittlere Flußdichte beträgt 1,68 km/qkm.

Flußdichtetabelle II

1,71 1,61 2,57 1,86 2,37
1,83 1,90 1,72 1,37 2,15
1,58 **2,69** 1,77 1,29 1,65
1,39 1,36 2,36 1,70 1,08
1,90 **1,02** 1,36 1,42
1,86 1,30 1,34 1,07

Die mittlere Flußdichte beträgt hier 1,69 km/qkm.

5. Mittlere Alb.

Die Grenze dieses Gebietes liegt im Nordwesten an der Lias/Dogger-Linie und folgt ihr auf der Strecke Reutlingen, Metzingen bis südlich Kirchheim u. T. Von hier zieht die Nordostgrenze, durchaus künstlich, über Neidlingen, Merklingen nach Bermaringen und Ulm. Die Südostgrenze folgt im wesentlichen dem Nordrand des Donautales bis Munderkingen, von dort bis Zwiefaltendorf wird im Bereich des Durchbruches des Flusses durch den Jura auch der Südrand noch einbezogen. Die Grenze zieht dann von hier im Südwesten des Tales der Großen Lauter weiter, herüber zur Echaz und nach Reutlingen zurück.

Flußdichtetabelle I

		2,47	1,93	2,60	2,11	2,27	2,26										
	2,91	2,16	2,43	1,31	1,44	0,71	1,18	0,61									
	2,58	1,63	1,18	**0,00**	0,51	1,10	0,01	0,08	0,00	0,00							
2,86	2,44	0,59	0,86	0,75	0,32	0,36	0,08	0,06	0,00	0,00	0,00						
1,39	0,17	0,19	1,10	0,73	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
1,14	0,40	0,00	0,04	0,86	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
1,15	0,05	0,00	0,21	0,16	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42		
0,36	0,00	0,00	0,93	0,19	0,19	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,83	0,50	0,90	0,79	0,82
	0,00	0,00	0,08	0,75	0,24	0,00	0,00	0,15	0,56	0,20	0,44	0,53	0,00	0,29	1,11	1,63	
		0,00	0,00	0,22	0,53	0,23	0,00	0,00	0,00	0,09	0,45	0,15	0,12	0,28	0,40		
			0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,09	0,01	1,08	0,58	0,54	0,96			
				0,00	0,00	0,54	0,00	0,58	0,92	0,25	0,62	1,20	1,40				
				0,02	0,22	0,55	0,58	0,88	0,45	0,69	0,91						
						0,65	0,57	1,00	0,56	0,91							

Der Durchschnitt der Flußdichte beträgt 0,52 km/qkm.

Flußdichtetabelle II

		2,48	2,44	2,64	2,25	2,54	2,36										
	2,91	2,25	2,47	1,34	1,44	0,76	1,27	0,64									
	2,58	1,63	1,24	0,03	0,64	1,10	0,01	0,08	**0,00**	0,00							
2,86	2,44	0,59	0,86	0,86	0,32	0,36	0,08	0,06	0,00	0,00	0,00						
1,44	0,18	0,19	1,15	0,73	0,02	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
1,15	0,40	0,09	0,18	0,94	0,88	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
1,27	0,05	0,00	0,34	0,19	0,52	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42		
0,36	0,00	0,00	0,96	0,22	0,19	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,83	0,50	0,94	0,82	0,82
	0,00	0,00	0,08	0,84	0,30	0,00	0,00	0,15	0,56	0,38	0,51	0,70	0,00	0,34	1,18	1,66	
		0,00	0,14	0,34	0,53	0,23	0,06	0,00	0,00	0,11	0,45	0,21	0,22	0,56	0,40		
			0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,15	0,01	1,08	0,64	0,95	1,56			
				0,00	0,00	0,54	0,00	0,64	1,33	0,32	0,65	1,38	1,42				
				0,03	0,22	0,63	0,58	0,93	0,47	1,06	1,37						
						0,70	0,63	1,12	0,73	1,58							

Die mittlere Flußdichte beträgt hier 0,57 km/qkm.

Karte 7.
Die Seitenlänge der Quadrate beträgt 3 km.

6. Nördliches Oberschwaben.

Die Nordgrenze folgt dem Nordrand des Donautales von der Gegend westlich der Illermündung bis Munderkingen. Von hier zieht sie als künstliche Grenze südwärts bis Seekirch nördlich vom Federsee, folgt dem Rand der Jungmoräne bis Obereffendorf, zieht von hier ostwärts, nördlich vom Wurzacher Ried vorbei bis in die Gegend von Tannheim. Die Ostgrenze folgt dem Rand der Deckenschotter über Kirchberg und Illerrieden und geht dann südlich von Wiblingen bei Ulm ins Donautal hinüber.

Flußdichtetabelle I

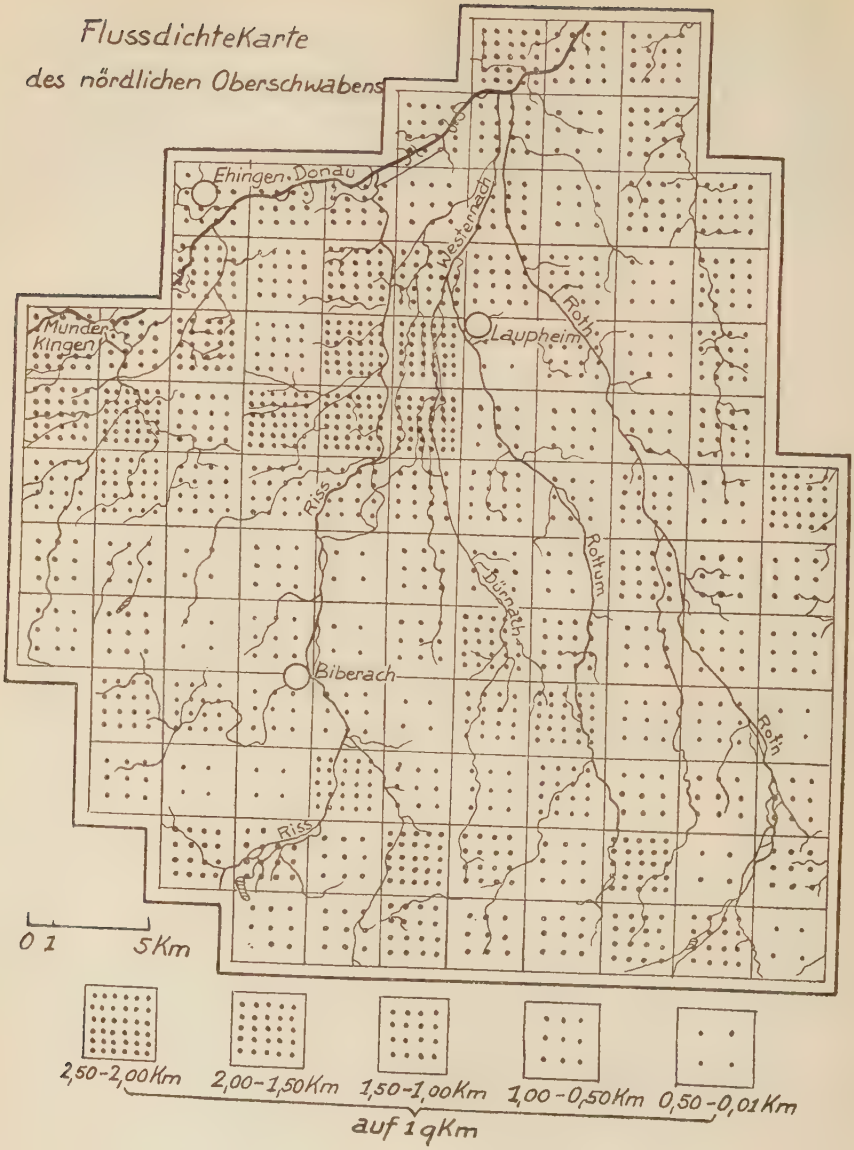
					1,88	1,03	1,34			
				1,34	1,40	0,81	1,30			
		1,26	1,35	1,21	0,88	1,16	0,92	1,40	1,13	
		1,78	1,30	1,91	1,80	1,02	1,20	0,77	1,37	
1,59	1,38	1,63	1,40	**2,41**	2,00	0,42	1,21	0,65	1,29	
1,91	2,34	1,01	2,12	2,10	2,35	0,59	0,59	0,67	1,26	
1,47	1,89	1,06	1,30	1,42	1,40	1,10	0,58	1,24	0,90	1,52
0,61	0,56	0,33	0,86	0,41	0,97	0,82	0,82	1,30	0,64	0,85
0,52	0,51	0,23	0,65	**0,16**	0,67	1,68	1,39	0,94	0,60	0,71
	1,04	1,01	0,98	0,79	0,33	1,05	1,58	0,90	0,88	0,30
	0,94	0,43	0,32	1,92	0,97	0,57	1,47	0,98	0,58	0,82
		1,07	1,37	0,98	1,90	1,02	0,96	1,66	0,33	0,98
			0,60	0,97	1,29	0,93	0,86	1,38	1,45	0,42

Die Durchschnittsdichte beträgt 1,10 km/qkm.

Flußdichtetabelle II

					2,12	1,10	1,63			
				1,41	1,60	1,11	1,41			
		1,26	1,35	1,40	1,31	1,72	1,28	1,54	1,32	
		2,12	1,33	2,46	1,90	1,56	1,51	1,05	1,56	
1,81	1,38	2,27	3,07	**3,21**	2,30	1,00	1,93	0,83	1,65	
2,03	2,69	1,60	2,41	2,49	2,35	0,79	0,83	0,85	1,77	
1,63	2,01	1,19	1,52	1,49	1,43	1,17	0,73	1,31	1,04	1,52
0,94	0,73	0,54	1,30	0,53	1,25	1,05	1,11	1,48	0,86	0,96
0,84	0,79	0,47	1,00	0,33	0,86	2,16	2,13	1,35	0,67	0,74
	1,65	1,13	1,06	1,12	0,51	1,18	1,62	1,23	0,88	**0,30**
	1,08	0,98	1,23	1,95	1,07	0,75	1,56	1,48	0,70	0,90
		1,15	1,37	1,06	2,04	1,14	1,27	1,88	0,81	1,97
			0,71	1,09	1,46	1,01	1,09	1,99	2,21	0,91

Die Durchschnittsdichte beträgt hier 1,38 km/qkm.



Karte 8.
Die Seitenlänge der Quadrate beträgt 3 km.

7. Südliches Oberschwaben.

Die Südwestgrenze paßt sich im Bereich der Schussen- und Argenmündung möglichst der Uferlinie des Bodensees an, läßt aber das Gebiet nördlich und östlich von Langenargen wegen des besonders stark korrigierten untersten Laufes der Argen aus. Im übrigen ist der Grenzverlauf dieser Landschaft künstlich; er biegt östlich von Friedrichshafen nach Norden ab, zieht etwas südlich von Ravensburg in ost-westlicher Richtung, läuft dann über Bodnegg und Neukirch und endlich im Süden der Argen zum See zurück.

Flußdichtetabelle I

2,54	1,97	**2,85**	0,87	1,18
1,41	2,13	2,56	1,65	2,39
1,40	1,79	0,84	0,96	1,32
0,81	1,74	0,91	1,86	1,26
	0,46	0,83	1,58	1,51

Die Durchschnittsdichte beträgt 1,53 km/qkm.

Flußdichtetabelle II

3,20	2,38	2,96	0,97	1,20
2,13	2,61	2,69	1,85	2,54
1,47	1,79	0,88	0,99	1,37
0,81	1,74	0,91	1,86	1,26
	0,46	0,83	1,58	1,51

Der Flußdichtewert beträgt hier im Mittel 1,67 km/qkm.

Ordnet man die einzelnen Landschaften nach der Dichte der dauernd fließenden Gewässer an, so ergibt sich folgendes:

	Mittl. Dichte	Maximum	Minimum	Größe der Gebiete in qkm
Schurwald	1,81	2,88	0,85	387
Kniebisstock	1,68	2,69	1,02	252
Südl. Oberschwaben	1,53	2,85	0,46	216
Nördl. Oberschwaben	1,10	2,41	0,16	1017
Östl. Schwarzwald	0,66	1,24	0,14	621
Unteres Enzgebiet	0,53	1,30	0,00	441
Mittlere Alb	0,52	2,91	0,00	1494

Innerhalb des ganzen Untersuchungsgebietes lassen sich einzelne Gruppen von Landschaften unterscheiden. Schurwald, Kniebisgebiet und südliches Oberschwaben haben eine hohe Flußdichte, östlicher Schwarzwald, rechtes unteres Enzgebiet und mittlere Alb eine verhältnismäßig geringe; zwischen beiden Gruppen steht das nördliche Oberschwaben. Vielleicht am auffallendsten ist der starke Unterschied zwischen den beiden Schwarzwaldlandschaften. Schon der Blick auf die Karte ließ einen erheblichen Unterschied erwarten; daß er aber so groß

ausfallen würde, war doch überraschend. Daß das untere Enzgebiet dieselbe Flußdichte aufweist wie die wegen ihrer Wasserarmut verrufene Alb muß ebenfalls auffallen. Doch mag das daher rühren, daß die Verhältnisse im Westen des Enzgebietes, wo die Muschelkalkschichten bloß liegen, denen der Alb nicht unähnlich sind. Andererseits drücken die hohen Werte im Nordwesten der Alb zusammen mit denen des Südostens ihren Durchschnittswert stark herauf. Der höchste Wert, der bei den dauernd fließenden Gewässern überhaupt gemessen wurde, liegt ja gerade am Neckarrand der Alb. Eine Betrachtung der maximalen Werte zeigt, daß Schurwald, Kniebisstock, nördliches und südliches Oberschwaben sich an den bei der mittleren Alb erreichten Wert näher anschließen, während der östliche Schwarzwald und das Enzgebiet weit dahinter zurückbleiben. Es sind dies auch die Landschaften mit der geringsten Verschiedenheit der Flußdichte innerhalb des untersuchten Anteils. Bei den Minima tritt die Dichte 0,00 im Enzgebiet und auf der Alb auf; im Enzgebiet geschieht dies nur vereinzelt, während auf der Alb weite Flächen diese Dichtestufe aufweisen.

Die großen Unterschiede der Flußdichte sowohl innerhalb der einzelnen als unter den verschiedenen Landschaften fordern eine Erklärung. Es soll daher in den nächsten Abschnitten versucht werden, Art und Wirkung der in Betracht kommenden Ursachen zu untersuchen.

V. Mittlere jährliche Niederschlagsmenge und Flußdichte.

1. Die Niederschläge der einzelnen Stationen und ihre Reduktion.

Wie bei den schon erwähnten Untersuchungen soll auch hier festgestellt werden, wie sich die Niederschlagsverhältnisse und die Flußdichte der einzelnen Gebiete zueinander verhalten und wie sich beide innerhalb eines und desselben Gebietes verknüpfen. Zunächst sei auch hier der mittlere jährliche Niederschlag und die Flußdichte zueinander in Beziehung gesetzt. Die letzte Zusammenfassung der Niederschlagsverhältnisse in Württemberg wurde im Deutschen Meteorologischen Jahrbuch von 1904 veröffentlicht unter dem Titel: „Monatliche und halbjährliche Verteilung des Niederschlags in Württemberg nach den Messungen von 1888—1902". Im „Königreich Württemberg" ist darnach auch eine Isohyetenkarte, die für die jährliche Periode gilt, gezeichnet (Lit. 15, S. 57 ff.). (Eine neue Übersicht, die in der gleichen Zeitschrift im Jahre 1927 für den Zeitraum von 1891—1925 veröffentlicht wurde, konnte für diese Arbeit nicht mehr berücksichtigt werden.) Doch schien mir die Niederschlagskarte, wie sie in einer in München erschienenen Veröffentlichung enthalten ist, vorteilhafter zu sein (Lit. 29). Haeuser zeichnete seine Karte allerdings nur auf Grund der Niederschlagszahlen von 1901—1910. Es wurde deshalb für die

Niederschlagsstationen in den untersuchten Gebieten oder an ihrem Rande die Periode für den mittleren jährlichen Niederschlag unter Zuhilfenahme des Deutschen Meteorologischen Jahrbuches, Abteilung Württemberg, möglichst verlängert, und dann die so verlängerte Periode reduziert auf die Station Stuttgart mit der langen Beobachtungszeit von 1826—1918. Diese Reduktion geschah durch Quotientenbildung, wie sie in Hanns Meteorologie angegeben ist (Lit. 27, S. 335 ff.). Dann wurde der Unterschied zwischen dem Wert der langen Periode und dem Wert der kurzen Periode 1901—1910 für jede Station ausgedrückt in Prozenten des Wertes 1901—1910. Die Niederschlagslinien selber wurden in ihrem Verlauf nicht geändert, doch ihre Bedeutung verschob sich etwas, je nach dem Prozentsatz, um welchen sich der mittlere Niederschlag eines Gebietes erhöhte oder erniedrigte. In der folgenden Tabelle sind die mittleren Quotienten der Stationen, das Mittel des jährlichen Niederschlags 1826—1918, das Mittel 1901—1910, sowie die Differenz beider Mittel in Prozenten angegegeben. Die Orte haben dabei die Ziffer der Landschaft erhalten, zu der sie gehören. Ferner ist in einer Zusammenstellung angegeben worden, um wieviel sich in jeder untersuchten Landschaft im Mittel der Niederschlag verschoben hat, wiederum ausgedrückt in Prozenten des Niederschlags 1901—1910. Hatte dann etwa im nördlichen Oberschwaben eine Niederschlagslinie auf der Karte die Bedeutung 800 mm, so wurde sie mit 800 — 2,4% von 800 = 781 in Rechnung gesetzt.

Ort	Mittlerer Quotient	Mittel 1826—1918	Mittel 1901—1910	Differenz in % von 1901—1910
2. Adelberg	1,312	841,7	859,4	— 2,06
2. Aichelberg	1,123	720,6	746,2	— 3,43
3. Aichhalden	1,691	1085,0	1146,7	— 5,38
2. Albershausen	1,248	800,8	815,1	— 1,75
5. Bermaringen	1,083	694,9	712,1	— 2,42
3. Besenfeld	1,992	1278,3	1261,2	+ 1,36
6. Biberach	1,195	766,9	779,3	— 1,59
5. Boll	1,337	857,9	872,1	— 1,63
6. Burren	1,233	791,3	807,3	— 1,98
3. Dobel	1,851	1187,7	1260,6	— 5,74
5. 6. Ehingen	1,053	675,6	684,1	— 1,24
2. Elisabethenberg	1,165	747,5	755,3	— 1,03
5. Ennabeuren	1,269	814,4	791,6	+ 2,88
2. Eßlingen	1,030	660,9	657,0	+ 0,59
4. Freudenstadt	2,205	1414,8	1604,1	— 11,80
5. Frankenhofen	1,201	770,6	761,4	+ 1,21
7. Friedrichshafen	1,550	994,6	906,1	+ 9,77
5. Genkingen	1,401	898,9	922,6	— 2,57
5. Gönningen	1,299	833,5	839,4	— 0,70
1. Heimerdingen	1,025	657,6	682,6	— 3,66

Ort	Mittlerer Quotient	Mittel 1826—1918	Mittel 1901—1910	Differenz in % von 1901—1910
2. Hohenstaufen	1,410	904,7	927,5	— 2,46
5. Kirchheim	1,124	721,3	722,7	— 0,19
2. Lorch	1,211	777,0	730,7	+ 6,34
5. Münsingen	1,193	765,5	816,0	— 6,19
5. 6. Munderkingen	1,154	740,5	755,4	— 1,97
1. Murr	0,969	621,8	625,7	— 0,62
5. Neuffen	1,268	813,6	839,6	— 3,10
1. 3. Neuhengstett	1,075	689,8	717,3	— 3,83
6. Ochsenhausen	1,227	787,3	796,3	— 1,13
7. Ravensburg	1,397	896,4	940,0	— 4,64
4. Ruhestein	3,093	1984,7	2103,5	— 5,65
3. Schömberg	1,450	930,5	935,1	— 0,49
5. Schopfloch	1,579	1013,3	1114,7	— 9,10
2. Schorndorf	1,178	755,8	768,4	— 1,64
6. Schussenried	1,225	786,0	825,0	— 4,73
5. Seißen	1,187	761,8	787,5	— 3,26
1. Stuttgart	1,000	641,7	658,0	+ 2,48
2. Thomashardt	1,200	770,0	785,9	— 2,02
5. 6. Ulm	1,025	657,6	702,5	— 6,39
6. Wain	1,212	777,7	787,9	— 0,15
3. Wildbad	1,830	1174,3	1238,8	— 5,21
7. Wolfegg	1,661	1065,8	1096,3	— 2,78
5. Zwiefalten	1,119	718,0	700,3	+ 2,53
4. Zwieselberg	2,534	1626,0	1659,8	— 2,04

Zusammenstellung

Gebiet und Gebietsziffer	Zahl der Stationen	Mittlere Differenz
1. Enzgebiet	4	— 2,7%
2. Schurwald	9	— 0,8%
3. Östlicher Schwarzwald	6	— 3,2%
4. Kniebisstock	3	— 6,5%
5. Mittlere Alb	15	— 2,1%
6. Nördliches Oberschwaben	8	— 2,4%
7. Südliches Oberschwaben	3	+ 0,8%

2. Die Niederschlagsstufen und ihre Areale.

Die Niederschlagslinien der Haeuserschen Karte wurden hierauf auf die Übersichtskarte von Württemberg im Maßstab 1 : 400 000 übertragen, ferner die Grenzen der Quadratfelder eingezeichnet. Nun wurde für jede Niederschlagsstufe die zugehörige mittlere Flußdichte festgestellt. Dabei wurde bei denjenigen Feldern, die durch die Niederschlags-

linien zerschnitten werden, mit Millimeterpapier die Flächen der einzelnen Stücke ausgemessen und entsprechend verteilt. Eine Zusammenstellung ergibt folgendes:

Niederschlagsstufe in mm		Flußdichte in km/qkm	Areal in qkm (abgerundet)
1. Enzgebiet.			
unter 681	(unter 700)	0,58	321
681—778	(700—800)	0,35	120
2. Schurwald.			
unter 694	(unter 700)	1,45	115
694—794	(700—800)	2,01	191
794—893	(800—900)	1,81	74
893—992	(900—1000)	2,37	7
3. Östlicher Schwarzwald.			
678—774	(770—800)	0,84	132
774—871	(800—900)	0,60	112
871—968	(900—1000)	0,61	76
968—1065	(1000—1100)	0,64	85
1065—1162	(1100—1200)	0,69	114
1162—1258	(1200—1300)	0,59	97
1258—1355	(1300—1400)	0,58	5
1355—1452	(1400—1500)	0,74	0,4
4. Kniebisstock.			
1122—1215	(1200—1300)	2,11	0,9
1215—1309	(1300—1400)	2,23	9
1309—1402	(1400—1500)	1,71	19
1402—1496	(1500—1600)	1,45	32
1496—1683	(1600—1800)	1,62	133
1683—1870	(1800—2000)	1,91	33
über 1870	(über 2000)	1,74	24
5. Mittlere Alb.			
unter 685	(unter 700)	2,48	0,4
685—783	(700—800)	2,43	43
783—881	(800—900)	1,95	107
881—979	(900—1000) (und 1000—900)	0,49	252
über 979	(über 1000)	0,42	108
881—783	(900—800)	0,14	246
783—734	(800—750)	0,10	300
734—685	(750—700)	0,50	298
unter 685	(unter 700)	0,59	141

Niederschlagsstufe in mm	Flußdichte in km/qkm	Areal in qkm (abgerundet)
6. Nördliches Oberschwaben.		
unter 683 (unter 700)	1,27	6
683—732 (700—750)	1,35	160
732—781 (750—800)	1,09	587
781—878 (800—900)	0,98	264
7. Südliches Oberschwaben.		
907—1008 (900—1000)	1,67	109
1008—1109 (1000—1100)	1,34	73
1109—1210 (1100—1200)	1,52	33

Auch wenn die Niederschlagsstufen mit ganz geringer Ausdehnung (etwa unter 9 qkm), deren Flußdichtewert etwas Zufälliges anhaftet, von der Betrachtung ausgeschieden werden, so geht doch aus diesen Zahlen deutlich hervor, daß man innerhalb der einzelnen Gebiete von einer einfachen Beziehung, etwa einer, wenn auch nur angenäherten, direkten Proportionalität zwischen mittlerer jährlicher Niederschlagsmenge und Flußdichte nicht reden kann. Bald nimmt mit wachsender Regenmenge die Flußdichte erst zu, dann ab, wofür der Schurwald ein Beispiel ist. Bald nimmt im selben Fall die Flußdichte ständig ab (Beispiele: das nördliche Oberschwaben und das Enzgebiet); in den beiden Schwarzwaldlandschaften nimmt sie erst ab, dann zu, endlich wieder ab. Besonders bemerkenswert sind die Ergebnisse bei der mittleren Alb: erst steigt der Niederschlag an bis zu einer Höhe von über 979 mm, während gleichzeitig die Flußdichte dauernd sinkt. Dann fällt die Niederschlagsmenge wieder. Während die Niederschlagsstufe 881—979 mm, die sich im Südosten einstellt, noch mit der entsprechenden Stufe im Nordwesten zusammengefaßt wurde, da sie mit ihr zusammenhängt, wurden die nächst niederen Niederschlagsstufen des Südostens für sich betrachtet. Man vergleiche nun die entsprechenden Stufen des Nordwestens und Südostens und man wird finden, wie wenig hier Niederschlagsverhältnisse und Flußdichte offenbar miteinander zu tun haben.

3. Verhältnis des Niederschlags zur Flußdichte.

Es fragt sich nun, wie sich der mittlere jährliche Niederschlag und die Flußdichte zueinander verhalten, wenn wir die Untersuchungsgebiete untereinander vergleichen. Zu diesem Zweck wurde für die Landschaften der mittlere Niederschlag unter Berücksichtigung der von jeder Niederschlagsstufe eingenommenen Fläche festgestellt. Bei den Niederschlagsstufen „über . . . mm" bzw. „unter . . . mm" wurde der mittlere jährliche Niederschlag der in diesem Gebiet liegenden Station (Stationen) in Rechnung gestellt. Die Landschaften sind in der nachstehenden Tabelle nach der Menge ihres Niederschlags geordnet. Um einen Vergleich zu erleichtern, wurde der Quotient $\frac{\text{Dichte} \cdot 1000}{\text{Niederschlag}}$ ge-

bildet, wie er auch von Neumann in seiner Untersuchung verwendet wird.

Gebiet	Niederschlag in mm	Flußdichte	Dichte . 1000 / Niederschlag
Enzgebiet	665	0,53	0,797
Schurwald	742	1,81	2,439
Nördliches Oberschwaben	767	1,10	1,434
Mittlere Alb	804	0,52	0,647
Östlicher Schwarzwald	959	0,66	0,688
Südliches Oberschwaben	1023	1,53	1,496
Kniebisstock	1602	1,68	1,049

Wäre zwischen mittlerem jährlichem Niederschlag und der Flußdichte beim Vergleich der Gebiete untereinander auch nur eine angenäherte Proportionalität vorhanden, so müßte der Bruch $\frac{\text{Dichte} \cdot 1000}{\text{Niederschlag}}$ überall ungefähr denselben Wert haben. Das ist nun aber im ganzen nicht der Fall. Auch eine anderweitige Beziehung zwischen Flußdichte und Niederschlag wie etwa bei Neumann, wo mit zunehmendem Niederschlag auch die Flußdichte wächst, wenn auch nicht im gleichen Verhältnis, ist nicht zu erkennen. Dann müßte der Quotient eine Gesetzmäßigkeit oder doch Stetigkeit in seinen Änderungen aufweisen. Man kann noch an die Möglichkeit eines gewissen Ausgleichs der anderen Faktoren, die die Flußdichte bestimmen, denken, wenn man die Niederschlagsstufen sämtlicher Gebiete mit den zugehörigen Flußdichtewerten in Verbindung bringt. Dieser Versuch führt zu folgendem Ergebnis:

Niederschlagsstufe in mm	Flußdichte in km/qkm
unter rund 700	0,76
rund 700—800	0,92
rund 800—900	0,87
rund 900—1000	0,83
rund 1000—1100	0,79
rund 1100—1200	0,81
rund 1200—1300	0,73
rund 1300—1400	1,48
rund 1400—1500	1,44
rund 1500—1700	1,62
rund über 1700	1,84

Nun liegen in der Zusammenstellung wohl die niederen Flußdichtewerte am Anfang, die höheren am Ende der Reihe, aber im einzelnen ist der Aufbau der letzteren so regellos, daß man keine Gesetzmäßigkeit aus ihr ablesen kann.

Man wird also aus den angegebenen Zahlen schließen müssen, daß für die Flußdichte unserer Landschaften andere Faktoren maßgebender sind als die mittlere jährliche Niederschlagsverteilung. Das gilt im

ganzen. Betrachtet man nun allerdings die Werte im nördlichen und südlichen Oberschwaben, so fällt auf, daß hier tatsächlich in beiden Gebieten Flußdichte und Niederschlag praktisch im selben Verhältnis stehen. Die beiden Quotienten 1,434 und 1,496 sind nur um $\frac{6}{100}$ verschieden. Hier liegt ein gutes Beispiel für Neumanns Satz vor: „Es ist a priori und darum ohne weitere Beweisführung klar, daß unter sonst gleichen Bedingungen eine größere Niederschlagsmenge ein dichteres Abflußnetz entstehen lassen muß" (Lit. 32, S. 225), denn der Grad der Durchlässigkeit der Gesteine, die Höhenlage, auch die Vegetation sind im nördlichen und südlichen Oberschwaben ähnlich. Das sind aber gerade solche Faktoren, von denen anzunehmen ist, daß sie für die Flußdichte in Betracht kommen.

VI. Flußdichte und extreme Tagesmaxima des Niederschlags.

Um einen weiteren Vergleich mit Neumanns Ergebnissen zu ermöglichen, sei noch untersucht, wie sich die extremen Tagesmaxima zur Flußdichte verhalten. Neumann schreibt (S. 228 ff.): „Überhaupt kommt es für die Bildung von Wasserläufen bzw. Erosionsrinnen hinsichtlich ihrer Anzahl und der Größe ihrer Eintiefung, mit andern Worten für die Einzelmodellierung der Erdoberfläche, offenbar nur ziemlich wenig auf die jährliche Niederschlagsmenge an, welche sich auf viele Tage verteilt und als mittlerer Tagesniederschlag so unbedeutend erscheint, daß sie kaum imstande ist, irgend eine einschneidende Wirkung hervorzubringen. Viel wichtiger sind in dieser Hinsicht die mittleren und noch mehr die extremen Tagesmaxima."

Nun wurde für die meisten Stationen der untersuchten Gebiete ein möglichst langer Zeitraum ausgewählt und in diesem der höchste Niederschlag innerhalb eines Tages festgestellt. Dieser Zeitraum konnte aber nicht länger als über die Jahre 1904—1918 ausgedehnt werden, weil sonst noch weniger Stationen in die Berechnung hätten aufgenommen werden können. In der folgenden Tabelle ist für jede Landschaft aus den Tagesmaxima der in ihr oder an ihrem Rande vorhandenen Niederschlagsstationen der Durchschnittswert des extremen Tagesmaximums berechnet worden. Diese Maxima der verschiedenen Landschaften wurden zu der mittleren Flußdichte der Tabellen II (dauernd und periodisch fließende Gewässer) in Beziehung gesetzt. Denn zu der Zeit, wo diese extremen Maxima fallen, führen auch die periodisch fließenden Bäche Wasser, müssen also in die Flußdichteberechnung eines Gebietes einbezogen werden.

Gebiet	Station	Extremes Tagesmaximum in mm	Mittel für das Gebiet in mm
Enzgebiet	Heimerdingen	72,5	65,5
	Murr	73,9	
	Neuhengstett	57,4	
	Stuttgart	58,4	
Schurwald	Eßlingen	62,8	78,6
	Hohenstaufen	87,2	
	Lorch	90,0	
	Schorndorf	74,3	
Östlicher Schwarzwald	Besenfeld	66,1	69,9
	Dobel	76,5	
	Schömberg	70,0	
	Wildbad	67,0	
Kniebisstock	Freudenstadt	82,0	98,3
	Ruhestein	138,4	
	Zwieselberg	74,4	
Mittlere Alb	Bermaringen	54,9	60,3
	Boll	80,2	
	Ehingen	47,3	
	Ennabeuren	50,0	
	Frankenhofen	46,8	
	Genkingen	91,0	
	Kirchheim	54,1	
	Münsingen	55,0	
	Neuffen	67,8	
	Schopfloch	92,6	
	Seißen	44,9	
	Ulm	56,0	
	Zwiefalten	43,5	
Nördliches Oberschwaben	Biberach	84,7	68,3
	Burren	53,5	
	Ehingen	47,3	
	Ochsenhausen	75,5	
	Ulm	56,0	
	Wain	67,4	
	Schussenried	93,4	
Südliches Oberschwaben	Friedrichshafen	86,3	81,4
	Ravensburg	98,0	
	Wolfegg	60,0	

Zusammenstellung

Gebiet	Durchschnittl. extremes Tagesmaximum in mm	Flußdichte in km/qkm	Dichte . 100 Niederschlag
Mittlere Alb	60,3	0,57	0,945
Enzgebiet	65,6	0,56	0,854
Nördliches Oberschwaben	68,3	1,38	2,020
Östlicher Schwarzwald	69,9	0,69	0,987
Schurwald	78,6	1,86	2,366
Südliches Oberschwaben	81,4	1,67	2,052
Kniebisstock	98,3	1,69	1,719

Neumann kommt in seiner Arbeit zu dem Ergebnis, daß der Durchschnittswert der extremen Tagesmaxima im Rheingebiet westlich der Wutach zu diesem Wert im Donaugebiet sich verhält wie 1,4 : 1, die Flußdichte aber wie 1,5 : 1. Bei einem Vergleich zwischen dem Rheingebiet (ohne Wutach) und dem Wutachgebiet ergibt sich sogar vollständige Übereinstimmung. Ein ähnlicher Grad von Übereinstimmung zeigt sich nun auch hier im Vergleich von Alb, Enzgebiet und östlichem Schwarzwald, wo sich die durchschnittlichen extremen Tagesmaxima verhalten wie 1 : 1,09 : 1,16, die Flußdichtewerte wie 1 : 0,98 : 1,21. Noch etwas besser liegen die Verhältnisse beim nördlichen und südlichen Oberschwaben, wo sich die Niederschlagsmengen wie 1 : 1,19, die Flußdichten wie 1 : 1,21 verhalten! Betrachtet man freilich sämtliche Gebiete, so fällt wieder die sprunghafte Veränderlichkeit des Quotienten ins Auge, die eine einfache Deutung der Beziehungen zwischen Flußdichte und extremem Tagesmaximum nicht zuläßt. Doch läßt sich feststellen, daß auch in meinem Untersuchungsgebiet die extremen Tagesmaxima von größerem Einfluß sind auf die Verteilung der Flußdichte als der mittlere jährliche Niederschlag. Dieser Einfluß ist aber nicht so allgemein nachzuweisen, wird im ganzen genommen stärker von dem Einfluß anderer Faktoren überlagert, als es in dem Untersuchungsgebiet Neumanns der Fall ist.

VII. Flußdichte und mittlere jährliche Abflußmenge.

In den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg sind seit dem Jahre 1910 wiederholt Untersuchungen über die Abflußverhältnisse ganz Württembergs oder einzelner seiner Teile von Wundt veröffentlicht worden (Lit. 50—53). In erster Linie handelt es sich bei diesen Arbeiten um eine Klärung der Frage über die Beziehung zwischen der Höhe des Niederschlags und der des Abflusses. Als Ergebnis dieser Untersuchungen läßt sich sagen, daß für einen längeren Zeitraum der Niederschlag an erster Stelle steht unter den Faktoren, welche für die Höhe des Abflusses maßgebend sind. Weiterhin ist bestimmend die Höhe der Verdunstung. Wundt stellt als Regel, die

für Mitteleuropa und für längere Zeiträume annäherungsweise gültig ist, fest, daß die Verdunstung ziemlich konstant ist, und daß man einen Überschlagswert für den Abfluß erhält, wenn man von der jährlichen Niederschlagshöhe etwa 400 mm abzieht. Aber für genauere Berechnungen sind doch die örtlichen Verhältnisse stark in Erwägung zu ziehen. Vor allem spielt für die Verdunstung die mittlere Höhenlage des Gebiets wegen der damit verbundenen höheren oder niedrigeren Mitteltemperatur eine Rolle. Wundt weist außerdem auf die Durchlässigkeit des Bodens hin, die vor Verdunstung schützt, Steilheit der Hänge unter sonst gleichen Bedingungen wird umgekehrt mehr Wasser der Verdunstung aussetzen. Eine starke Vegetationsbedeckung, also besonders Wald, befördert die Verdunstung und verbraucht außerdem größere Wassermengen zu ihrem Aufbau.

Es sind also Niederschlag, Höhenverhältnisse, Boden- und Gesteinsbeschaffenheit, Gefällsverhältnisse und Pflanzenbedeckung, die teils unmittelbar, teils auf Umwegen von Einfluß auf die Abflußhöhe sind. Das sind alles Faktoren, die auch für die ursächliche Erklärung der Flußdichteverhältnisse einer Landschaft in Betracht gezogen werden müssen. Es liegt daher nahe, zu versuchen, ob sich alle diese in den Abfluß eingehenden Faktoren in ihrer Wirkung auf die Flußdichte zusammenfassen lassen, und ob sich dann eine anschauliche Beziehung zwischen diesem Abfluß im weiteren Sinn und der Flußdichte ergibt.

Von den verschiedenen Arbeiten Wundts kommt für unsere Zwecke hauptsächlich die über die Abflußverhältnisse Württembergs in kartographischer Darstellung in Betracht (Lit. 51). Als Maß für den Abfluß benützt er sowohl die Wasserspende, d. h. die Anzahl der Liter, die in der Sekunde vom Quadratkilometer Einzugsgebiet abfließen, als die Abflußhöhe. Ihr Begriff gibt nach Art desjenigen der Regenhöhe alles, was im Jahre abfließt, durch ein lineares Maß; deshalb sind Abflußhöhe und Regenhöhe ohne weiteres vergleichbar. Dabei ist zu bemerken, daß der Abfluß im Sinne Wundts nicht nur das oberflächlich abfließende Wasser, sondern auch die Hauptmasse der Sickerwassermengen umfaßt, die den Flüssen durch die Quellen wieder zugute kommt. Die für uns in Betracht kommenden Beobachtungen erstrecken sich auf den Zeitraum 1901—1910; das Gesamtgebiet ist in etwa 100 Einzelgebiete zerlegt worden, für die genügende Angaben zur Verfügung standen. Für die Erfassung von Beziehungen zwischen Abfluß und Flußdichte ergaben sich zwei Wege. Man kann auf Grund einer kartographischen Übertragung die Flußdichtewerte berechnen, die zu bestimmten Werten der Wasserspende gehören. Diese Methode hat aber den Nachteil, daß die Angaben für die Wasserspenden nur aus einem kurzen Zeitraum gewonnen worden sind, während die Untersuchung über Niederschlag und Flußdichte die Jahre 1826—1918 umfaßt. Nun verwertet Wundt sein Zahlenmaterial kartographisch auch in der Weise, daß er den mittleren Abfluß der Jahre 1901—1910 in Linien gleicher Abflußhöhe aufzeichnet (in mm). Diese Karte vergleicht er mit einer Niederschlagskarte

für denselben Zeitraum. Das Ergebnis ist eine Karte, die den Abfluß in Prozenten des Niederschlags (in Linien gleicher Abflußprozente) aufzeigt. Diese letztere schien mir für meinen Zweck recht günstig zu sein. Sie gestattete, die lange Niederschlagsperiode 1826—1918 zu verwenden, wenn auch das prozentuale Verhältnis von Niederschlag und Abfluß nur an der kurzen Periode gewonnen werden konnte. Die Linien dieser Karte wurden auf die Niederschlags-Flußdichteskizzen, die im Abschnitt über Flußdichte und mittlere jährliche Niederschlagsmenge zur Verwendung kamen, übertragen und für jede Niederschlagsstufe der Prozentsatz des Abflusses berechnet. Daraus ließ sich der mittlere Abfluß für die Jahre 1826—1918 für jede Niederschlagsstufe und endlich für die ganzen Landschaften gewinnen. Man erhält folgende Werte:

Niederschlagsstufe in mm			Abfluß in %	Abfluß in mm	Fläche in qkm
1. Enzgebiet.					
unter 681,	gerechnet	644,0	24,00	154,56	320,90
681—778,	„	729,5	24,00	175,08	120,10
Durchschnittlicher Abfluß 160 mm.					
2. Schurwald.					
unter 694,	gerechnet	661,0	24,61	162,67	115,48
694—794,	„	744,0	25,83	192,17	190,70
794—893,	„	843,5	30,64	258,45	73,82
893—992,	„	942,5	33,00	311,00	7,00
Durchschnittlicher Abfluß 198 mm.					
3. Östlicher Schwarzwald.					
678—774,	gerechnet	726,0	27,66	200,81	131,62
774—871,	„	822,5	32,93	270,85	111,62
871—968,	„	919,5	35,79	329,09	75,75
968—1065,	„	1016,5	39,05	396,94	85,09
1065—1162,	„	1113,5	42,67	475,13	114,39
1162—1258,	„	1210,0	50,91	616,01	97,29
1258—1355,	„	1306,5	57,41	750,06	4,84
1355—1452,	„	1403,5	57,50	807,01	0,40
Durchschnittlicher Abfluß 376 mm.					
4. Kniebisstock.					
1122—1215,	gerechnet	1168,5	63,00	736,15	0,88
1215—1309,	„	1262,0	64,05	808,31	9,28
1309—1402,	„	1355,5	63,96	866,98	19,18
1402—1496,	„	1449,0	66,03	956,77	32,18
1496—1683,	„	1589,5	72,09	1145,87	133,20
1683—1870,	„	1776,5	78,67	1397,57	33,40
über 1870,	„	1985,0	79,32	1574,50	23,88
Durchschnittlicher Abfluß 1161 mm.					

Niederschlagsstufe in mm			Abfluß in %	Abfluß in mm	Fläche in qkm
5. Mittlere Alb.					
unter 685,	gerechnet	680,0	32,50	221,00	0,40
685—783,	„	734,0	34,00	249,56	43,48
783—881,	„	832,0	35,83	298,11	106,56
881—979,	„	930,0	42,24	392,83	251,86
über 979,	„	1013,3	43,87	444,53	107,52
881—783,	„	832,0	45,14	375,56	245,90
783—734,	„	758,5	41,14	312,05	299,53
734—685,	„	709,5	38,71	274,65	297,60
unter 685,	„	666,6	38,16	254,37	141,15
Durchschnittlicher Abfluß 330 mm.					
6. Nördliches Oberschwaben.					
unter 683,	gerechnet	666,6	38,00	253,31	5,97
683—732,	„	707,5	38,83	274,72	159,63
732—781,	„	756,5	40,57	306,91	586,94
781—878,	„	829,5	41,90	347,56	264,46
Durchschnittlicher Abfluß 274 mm.					
7. Südliches Oberschwaben.					
907—1008,	gerechnet	957,5	38,75	371,03	109,14
1008—1109,	„	1058,5	40,12	424,67	73,42
1109—1210,	„	1159,5	41,50	481,19	33,44
Durchschnittlicher Abfluß 406 mm.					

Zusammenstellung

Gebiet	Mittlerer Abfluß in mm	Flußdichte	$\frac{\text{Flußdichte} \cdot 100}{\text{Abfluß}}$	Mittlerer Niederschlag in mm	Abfluß in % des Niederschlags
Enzgebiet	160	0,53	0,331	665	24,06
Schurwald	198	1,81	0,914	742	26,68
Nördliches Oberschwaben	274	1,10	0,401	767	35,72
Mittlere Alb	330	0,52	0,157	804	41,04
Östlicher Schwarzwald	376	0,66	0,175	959	39,21
Südliches Oberschwaben	406	1,53	0,377	1023	39,69
Kniebisstock	1161	1,68	0,145	1602	72,47

Diese Zusammenstellung läßt allgemein eine gesetzmäßige Beziehung zwischen Flußdichte und mittlerem Abfluß nicht erkennen, wenn man auch im Hinblick auf die mittlere Alb, den östlichen Schwarzwald und das Kniebisgebiet von einer Proportionalität zwischen mittlerem Ab-

fluß und Flußdichte sprechen könnte (vgl. besonders auch die dritte Spalte und das über die Bedeutung dieses Quotienten im vorletzten Abschnitt Gesagte). Es ist daher im allgemeinen nicht möglich, die Einflüsse von Niederschlag, Höhe, Gefäll, Gesteinsbeschaffenheit, Vegetation in ihrer Wirkung auf die Flußdichte durch den Abfluß im weiteren Sinn wiederzugeben.

In der Zusammenstellung ist außerdem der mittlere jährliche Niederschlag mit dem mittleren jährlichen Abfluß verglichen worden. Dabei wird veranschaulicht, was Wundt als allgemeineres Ergebnis hervorhebt, daß der Abfluß in erster Linie vom Niederschlag abhängig ist, und zwar wächst mit steigendem Niederschlag der Abfluß nicht nur absolut sondern auch relativ. Wenn diese Beziehung auch im östlichen Schwarzwald und südlichen Oberschwaben unterbrochen ist, wohl ein Zeichen für das stärkere Hereinspielen der anderen Faktoren, so ist sie jedenfalls ungleich deutlicher abzulesen als dies für die Beziehung zwischen mittlerem Niederschlag und mittlerer Flußdichte gilt. Das heißt aber, daß, wenn auch dieselben Faktoren auf den Abfluß einerseits, die Flußdichte andererseits einwirken, doch das Kräfteverhältnis der verschiedenen Einflüsse in beiden Richtungen ein recht verschiedenes ist. Während für den mittleren jährlichen Abfluß die Niederschlagsverhältnisse ausschlaggebend sind, müssen sie bei der Flußdichte anderen Faktoren den Vorrang überlassen.

VIII. Flußdichte und Vegetation.

Es soll nun untersucht werden, ob sich für die behandelten Gebiete eine gesetzmäßige Beziehung zwischen ihrer Flußdichte und der sie bedeckenden Vegetation erkennen läßt.

Von den früheren Bearbeitern des Problems ist es Schaefer, der sich am eingehendsten gerade mit dieser Teilfrage auseinandergesetzt hat. Er untersuchte jeweils bei Laubwald, Nadelwald, Mischwald, Ackerland und Grasland, wie sich mit zunehmendem Anteil einer dieser Vegetationsformen am Areal seiner Felder die Flußdichte ändert. Er stellte eine Verminderung der Flußdichte mit dem Wachsen des Laub- und Mischwaldes sowie des Ackerlandes fest. Dagegen nimmt in seinem Gebiet mit wachsendem Nadelwald und Grasland die Flußdichte zu. Die auffallende Tatsache, daß Laub- und Nadelwald sich so verschieden verhalten, findet wohl ihre Erklärung in der Mitwirkung von Faktoren, welche die Flußdichte herabsetzen, bei denjenigen Feldern, die nur eine geringe Nadelwaldbedeckung aufweisen. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß auch bei einer sorgfältig durchgeführten Untersuchung in der Auswertung der gewonnenen Ergebnisse große Vorsicht am Platze ist. Ein mit größerer Sicherheit zu ziehender Rückschluß ist eben nur möglich, wenn man zwei Gebiete betrachtet, die bei sonst gleichen Verhältnissen sich nur durch ihre Bepflanzung stark unterscheiden. Von

dieser an sich zu fordernden Grundlage der Untersuchung bleiben aber die natürlichen Landschaften meist weit entfernt. Ich habe mich daher von vornherein auf die Untersuchung beschränkt, ob die größten innerhalb unserer Kulturlandschaft vorhandenen Gegensätze, die zwischen Wald und offenem Land, sich in den Werten der Flußdichte widerspiegeln.

Zu diesem Zweck wurde mit dem Planimeter in doppelt ausgeführter Messung in jedem Quadratfeld der Anteil des Waldes bestimmt, dann für jede Landschaft die Waldbedeckung in Prozenten berechnet. Außerdem wurde durch Zusammenstellung der Felder mit gleichem Waldanteil geprüft, wie sich in jedem Gebiet Wald und Flußdichte verhalten. Es ergab sich folgendes:

Gebiet	Prozentsatz der Waldbedeckung	Flußdichte
Enzgebiet	16,01	0,53
Nördliches Oberschwaben	25,89	1,10
Südliches Oberschwaben	27,66	1,53
Mittlere Alb	32,89	0,52
Schurwald	39,60	1,81
Östlicher Schwarzwald	67,27	0,66
Kniebisstock	84,88	1,68

Es ist also für die untersuchten Gebiete bei einem Vergleich untereinander nicht möglich, eine Beziehung zwischen der Waldbedeckung und der Flußdichte aufzuzeigen. Beispielsweise steht einer Verminderung des prozentualen Waldanteils vom östlichen Schwarzwald zum Schurwald um knapp die Hälfte eine dreifache Zunahme, einer weiteren Verminderung um etwa $^1/_3$ stark dreifache Abnahme und endlich einer nochmaligen Verminderung um $^1/_3$ wieder eine dreifache Zunahme gegenüber! Es soll mit dieser Feststellung durchaus nicht dargelegt werden, daß eine Beziehung zwischen Wald und Flußdichte nicht bestehe. Es kann ja für die Aufteilung des auf eine Gegend entfallenden Niederschlags nicht gleichgültig sein, welcher Art die Pflanzenbedeckung ist. Auf alle drei Hauptwege der Weiterleitung des Niederschlags: Verdunstung, oberflächlicher Abfluß, Einsickern in den Boden, muß sie ihren Einfluß haben. Ein Teil des Regenwassers gelangt im Wald schon gar nicht auf den Boden, sondern bleibt, besonders im Laubwald, im Blattwerk hängen, um von dort aus zu verdunsten. Von dem in den Boden einsickernden Teil wird ferner wieder eine gewisse Menge durch die Wurzeln aufgenommen, durch den Transpirationsstrom aufwärts geleitet und fällt in der Hauptsache wiederum in den Blättern der Verdunstung anheim. Von dieser der Luft zugeführten Feuchtigkeit kann jedenfalls nur zum kleineren Teil erwartet werden, daß sie innerhalb der betrachteten Gebiete wieder als Niederschlag fällt und zur Erhöhung der Flußdichte dienen könnte. Was das Verhältnis des einsickernden zum oberflächlich abfließenden Wasser angeht, so ist unter

sonst gleichen Verhältnissen die starke Pflanzenbedeckung, besonders auch die Streudecke, dem oberirdischen Abfluß hinderlich. Dagegen weisen die unteren Enden der Sproßachsen und die Wurzeln dem Wasser den Weg zur Tiefe. Während also die geringe oberflächliche Abflußmenge auf eine Verringerung der Flußdichte hinwirkt, kann die begünstigte Einsickerung die Entstehung von Quellen fördern. Es läßt sich freilich nicht wohl sagen, wie nun beide Faktoren zusammen auf die Flußdichte wirken. Nimmt man an, daß sie sich ungefähr die Waage halten, so wäre zu vermuten, daß wegen der starken Verdunstung und auch wegen des für den Aufbau der Holzkörper verbrauchten und dort festgelegten Wassers Waldbedeckung die Flußdichte einer Gegend vermindern müßte. Die oben angeführten Zahlen zeigen aber, daß für die untersuchten Gebiete dieser Faktor zweifellos gegenüber anderen stark zurücktritt. In der folgenden Tabelle sind für jede Landschaft die Felder nach ihrer Waldbedeckung (0—9 qkm) geordnet. Außerdem ist die Anzahl der Felder (AF) in jeder Stufe angegeben und die zugehörige Flußdichte (D) errechnet.

Waldanteil in qkm	Enzgebiet		Nördliches Oberschwaben		Südliches Oberschwaben		Mittlere Alb	
	AF	D	AF	D	AF	D	AF	D
0—1	26	0,64	38	1,36	4	2,00	20	0,69
1—2	11	0,53	18	0,96	7	1,60	25	0,56
2—3	5	0,51	19	1,06	7	1,36	45	0,37
3—4	3	0,30	13	0,98	3	1,99	32	0,50
4—5	2	0,06	15	0,93	1	0,81	24	0,63
5—6	2	0,01	2	1,08	1	0,83	16	0,63
6—7	—	—	4	0,62	—	—	3	0,17
7—8	—	—	3	0,91	1	0,46	1	0,01
8—9	—	—	1	0,77	—	—	—	—

Waldanteil in qkm	Schurwald		Östlicher Schwarzwald		Kniebisstock		Gesamtgebiet	
	AF	D	AF	D	AF	D	AF	D
0—1	8	1,49	—	—	—	—	96	1,06
1—2	4	1,70	1	0,56	—	—	66	0,84
2—3	6	1,81	2	0,91	—	—	84	0,73
3—4	6	2,04	2	0,66	—	—	59	0,83
4—5	6	1,76	7	0,91	—	—	55	0,85
5—6	7	1,99	17	0,56	3	1,83	48	0,88
6—7	3	1,71	14	0,63	4	1,65	28	0,84
7—8	3	2,13	12	0,74	9	1,66	29	1,15
8—9	—	—	14	0,77	12	1,67	27	1,17

Die in der Zusammenstellung außerhalb der Klammern stehenden Dichtewerte haben viel Zufälliges an sich, denn die Fläche bleibt hier unter etwa 10% des jeweiligen Gesamtareals. Sie sollen daher von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden.

Es ergibt sich, daß nur das Enzgebiet die theoretisch abgeleitete Abnahme der Flußdichte mit wachsender Waldbedeckung zeigt. Da auch die Verhältnisse des Niederschlags und der Gesteinsbeschaffenheit in diesem Gebiet nicht allzu verschieden sind, so ist es denkbar, daß hier der theoretisch gefolgerte Einfluß tatsächlich vorliegt.

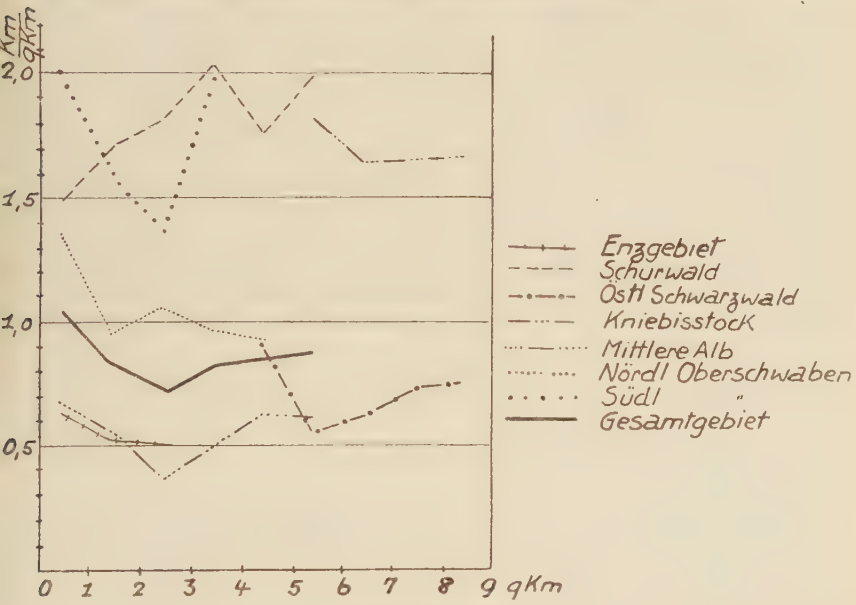


Abbildung 3.

Zur besseren Veranschaulichung wurden die einzelnen Stufen der Waldbedeckung auf der Abszisse eines Koordinatensystems, die ihnen in den einzelnen Gebieten entsprechenden Flußdichtewerte auf der Ordinate abgetragen. Die Flußdichte-Waldlinie für das Enzgebiet ist also fallend. Bei den übrigen sechs Linien ist auffallend, daß vier (Südliches Oberschwaben, Mittlere Alb, Östlicher Schwarzwald und Kniebisgebiet) einen ähnlichen Verlauf zeigen. Mit zunehmender Waldbedeckung nimmt erst die Flußdichte ab, dann wieder zu, wobei das Ausmaß und die Schnelligkeit der Ab- und Zunahme allerdings ein verschiedenes ist. Die Linien für den Schurwald und das nördliche Oberschwaben zeigen einen unregelmäßigeren Verlauf. In der letzten Spalte der Tabelle sind endlich die Waldstufen sämtlicher Landschaften zusammengefaßt. Hier zeigt sich die vorher erwähnte erst ab-, dann aufsteigende Linie als die Beherrschende. Man kann nun daran denken,

daß die verschiedenen anderen Faktoren sich bei dieser Zusammenfassung nach Waldstufen über alle Landschaften weg einigermaßen ausgleichen; dann wäre im Verlauf dieser Hauptlinie wohl doch ein Hinweis auf eine hier vorliegende Gesetzmäßigkeit zu sehen, die freilich mit der erst gefolgerten im Widerspruch stünde.

Wir hatten oben angenommen, daß der Einfluß der durch den Wald verringerten oberflächlichen Abflußmenge und der des vermehrten Sickerwassers sich etwa ausgleiche. Man muß aber dabei bedenken, daß das im Boden weitergeführte Wasser für Quellbildung nicht gerade im betreffenden Waldgebiet zur Verfügung zu stehen braucht. In den Feldern mit relativ geringer Waldbedeckung wird dies seltener der Fall sein, während diejenigen mit relativ hoher Waldbedeckung, vollends wenn sie in starker Beteiligung am Gesamtgebiet auftreten, eher Aussicht haben, daß das Sickerwasser noch innerhalb des Gebiets wieder zum Austritt kommt. Man findet nun, daß bei allen Linien, mit Ausnahme der Schurwaldlinie, die Endpunkte durchweg niedriger liegen als die Anfangspunkte. Beim südlichen Oberschwaben ist dies allerdings nur noch in geringem Maße der Fall, der Endpunkt liegt aber schon nahe der 10%-Grenze. Das würde bedeuten, daß mit wachsender Waldbedeckung tatsächlich die Flußdichte abnimmt, wohl als Folge der durch Verdunstung und Aufbau der organischen Substanz verbrauchten Wassermengen. Die Flußdichte-Waldlinien fallen aber zuerst bis unter die Höhe des Endpunktes, weil zu dem ungünstigen Einfluß der Verdunstung anfangs der der Fortführung des Wassers im Boden in stärkerem Maße dazu kommt, als dies späterhin der Fall ist.

Wenn so versucht worden ist, eine natürliche Beziehung zwischen Wald und Flußdichte aufzuweisen, so darf andererseits der große Einfluß, den der Mensch auf eine etwa vorhandene Gesetzmäßigkeit ausübt und die dadurch hervorgerufene weitere Erschwerung ihrer Feststellung nicht übersehen werden. Falls z. B. Wald in Ackerland verwandelt wird — ein Vorgang, der in einer Tabelle wie der oben aufgestellten sich sofort zahlenmäßig bemerkbar macht, soweit er überhaupt schon kartiert wurde —, so erfährt das Flußnetz nicht auch gleichzeitig die entsprechende organische Veränderung. Die ausgemessenen Werte für die Flußlänge entsprächen noch dem früheren Zustand. Würde das Flußnetz aber zugleich mit der Rodung wenigstens in seinen feinen Ausläufern, die gleichwohl für die Messung in Betracht kommen können, eine Umgestaltung erfahren haben, so würden Ausmessungen eine an sich bestehende Gesetzmäßigkeit nur undeutlich oder gar verfälscht wiedergeben. Ähnliche Vorgänge würden sich bei der Wiederaufforstung vorher offenen Landes einstellen. Das heißt aber, da wir ja nicht erst seit heute solche planvollen Rodungen oder Wiederaufforstungen haben, daß die auf Grund des Kartenmaterials gewonnenen Tabellen vorhandene Gesetzmäßigkeiten nur in beschränktem Umfang zeigen können. Das gilt um so mehr, als auch für diejenigen Gebiete, die

keinerlei Änderung ihrer Waldbedeckung in neuerer Zeit erfahren haben, durch die fortgesetzte forstliche Pflege mit einer Verwischung der natürlichen Beziehungen zwischen Wald und Flußdichte gerechnet werden muß.

IX. Die geologisch-petrographischen Verhältnisse und die Flußdichte.

Penck hat in seiner Morphologie der Erdoberfläche darauf hingewiesen, daß die Häufigkeit der Täler und Flüsse nicht nur mit den Niederschlagsverhältnissen, sondern auch mit dem Gesteinscharakter wechsle. Er schreibt dort: „Unter gleichen klimatischen Verhältnissen haben undurchlässige Gesteine, wie das Urgebirge, und die ganze Reihe toniger Gesteine weit zahlreichere Täler als die durchlässigen Gesteine, nämlich die Kalksteine und klüftigen Sandsteine. In dieser Beziehung sei lediglich daran erinnert, daß die Höhen des schwäbisch-fränkischen Jura nur in sehr geringem Maße zertalt sind, während die benachbarten Striche der Keuperlandschaft eine ungemein reichliche Talentwicklung aufweisen." (Lit. 8, II S. 83.) Man vergleiche dazu die Werte 0,52 und 1,81, welche für die mittlere Alb und den Schurwald gefunden wurden.

Es soll nun im einzelnen nachgeprüft werden, wie die Beschaffenheit der Gesteine in den verschiedenen Gebieten auf die Flußdichte einwirkt.

1. Rechtes unteres Enzgebiet.

Den Untergrund dieser Landschaft bauen die verschiedenen Schichten des Muschelkalks auf. Am Westrand des Gebietes treten Wellengebirge und Anhydritgruppe zutage. Diese finden sich auch noch weiter ostwärts am Grunde einiger tiefer einschneidenden Täler. Sonst aber liegen im ganzen Westen des Gebietes die Schichten des Hauptmuschelkalks an der Oberfläche. Je weiter wir nach Osten kommen, besonders vom Strudelbachtal ab, desto mehr lagern sich darauf diejenigen der Lettenkohle, welche aus Sandsteinbänken, Ton und sandigen Schiefern, auch dolomitischen Lagen bestehen. Im Westen von Zuffenhausen, ferner im Asperggebiet findet man darüber noch Schichten des Gipskeupers, auch einige letzte Reste von Schilfsandstein. Darüber breitet sich im Osten vorwiegend eine Decke von Verwitterungslehm, Löß und Lößlehm.

Bei der Betrachtung von Niederschlagsmenge und Flußdichte ergab sich, daß der Westen trotz höherer Niederschlagsmenge eine geringere Flußdichte hat als der Osten. Nun ist aber der obere Muschelkalk, sowohl als Trochitenkalk wie in den darüber lagernden Nodosusschichten und der obersten dolomitischen Region, wegen seiner Durchklüftung in hohem Grade wasserdurchlässig und kommt als Quellensammler, abgesehen von einigen Karstquellen, z. B. der des Strudelbachs, die von tief-

gelegenen Stellen aus seinen Klüften brechen, nicht in Betracht. Ein Teil der Niederschläge findet in verschiedenen Horizonten des Wellengebirges Gelegenheit zum Austritt. Die Schichten des Anhydritgebirges lassen, sobald die Gips- und Salzauflösung begonnen hat, keine Quellen mehr austreten. Nur bei unversehrtem mittlerem Muschelkalk finden sich Quellpunkte an seiner Obergrenze (nach freundlicher Mitteilung von G. Wagner). Durch die geschilderten Verhältnisse, besonders durch den starken Anteil des Hauptmuschelkalks an den zutage gehenden Schichten, ist die Quellenarmut des Westens vorwiegend bedingt; hierin liegt der Hauptgrund für seine geringe Flußdichte. Durch die Wasserdurchlässigkeit der bloßliegenden Muschelkalkschichten, die Verhältnisse schafft, die denen der Alb nicht unähnlich sind, werden die drei Felder mit der Flußdichtestufe 0,00—0,01 erklärt. Besonders gilt das für die beiden westlichen, welche auf den Muschelkalkhöhen zwischen den Tälern des Grenzbachs und Strudelbachs liegen. Das dritte Feld zeigt allerdings schon teilweise Überdeckung mit Lettenkohle und Lehm. Doch stehen wir hier ganz am Rande dieser Decke, wo sie bei wenig ausgedehntem Einzugsgebiet nur geringe Wassermengen zu liefern vermag. Sie hat auch wohl noch nicht genügend Mächtigkeit, um gegen den wasserdurchlassenden Untergrund genügend abzudichten. Die Ursache der verhältnismäßig hohen Dichtestufe nördlich von Vaihingen a. d. E. ist auch in Durchlässigkeitsverhältnissen begründet, allerdings nicht mehr in denen des Untersuchungsgebietes, sondern des nahen Keuperlandes. Dort entspringt die Schmie an der Grenze des Schilfsandsteins gegen die wenig durchlassenden Mergel des Gipskeupers. Ähnliches gilt für einen Teil ihrer Seitenbäche, deren Quellen im Gipskeuper selbst liegen.

Die Lettenkohle im Osten liefert nun aber, besonders in ihren sandigen Tonmergeln, weithin Wasser, wobei die Stärke der Quellen freilich von der Tiefenlage des obersten, Wasser haltenden Horizonts sehr abhängt. So entspringt ihr z. B. östlich der Glems der Leudelsbach samt einigen seiner Seitenbäche und ebenso kleinere Gerinne, die von rechts und links der Glems selber zufließen. Auf der Flußdichtekarte prägt sich dies in den Feldern höherer Dichte nordöstlich von Leonberg um Glems und Leudelsbach, ferner bei Bietigheim deutlich aus, wenn auch das starke Mäandrieren der Glems dort zur Erhöhung der Flußdichte beiträgt. Im unteren Gipskeuper und unter durchlässigen Schichten der Lettenkohle austretende Quellen bedingen die größere Dichte um Leonberg; westlich von Zuffenhausen sind es die Gipsmergelbedeckung und die Schichtgrenze von diesem zum Schilfsandstein des Lemberas, die im Verein mit der günstigen Wirkung der Lettenkohle die Flußdichte erhöhen.

2. Schurwald.

Das Schurwaldgebiet zeigt als echtes Keupergelände vom Gipskeuper bis zum Knollenmergel bzw. Rhätsandstein den bekannten Wechsel

zwischen hauptsächlich tonig-mergeligen und vorwiegend sandigen Schichten. Darüber legt sich die Decke des schwarzen Jura, besonders Lias α mit ihren Kalken, Sanden, Tonen und Mergeln. Auf die tonigen, wenig durchlässigen Schichten (auch der Stubensandstein zeigt besonders in den tieferen Lagen Tone und Tonmergel) ist die hohe Flußdichte des ganzen Gebietes sicher zurückzuführen. Sie dichten das Wasser nach unten ab und lassen es beim Ausstreichen zutage treten. Dadurch entsteht, ähnlich wie in den Braunjuraschichten der Alb, ein sehr dichtes Netz von Wasserfäden, von dessen Vielmaschigkeit man sich schwer eine Vorstellung macht, ehe man nicht genötigt war, jedes einzelne der Rinnsale zu messen.

Das Gebiet größter Dichte liegt um Lorch ganz überwiegend im eigentlichen Keupergebiet, während der Schwarze Jura nur noch in einzelnen Erosionsresten hereinragt. Dagegen liegen die zwei Felder geringster Dichte (Flußdichtestufe 0,50—1,00) vorwiegend auf Lias. Auch sonst zeigte sich beim Vermessen der Flüsse ein starker Gegensatz zwischen der Lias-α-Decke und den Keuperschichten. Meist setzt erst mit den Knollenmergeln, welche auch ziemlich vielen Quellen den Ursprung geben, die reiche, zu der großen Dichte führende Verzweigung des Netzes der Wasseradern ein. Da nun Lias α, der hauptsächlich in Betracht kommt, in unserem Gebiet in den Angulatenschichten eine Parallele zu den Keupersanden aufweisen kann, außerdem aber an seinem Aufbau Kalkbänke stark beteiligt sind, so ist seine geringere Flußdichte zum guten Teil auf den Faktor der Durchlässigkeit zurückzuführen. Ein weiterer, der für die geringe Flußdichte der Liasschichten gegenüber denen des Keupers in Betracht zu kommen scheint, wird später noch erwähnt werden.

Die Werte der Flußdichte im Schurwaldgebiet lassen sich einigermaßen erklären aus dem verschiedenen Anteil mit dem die Keuperschichten einerseits, die Liasschichten, besonders Lias α, andererseits an den einzelnen Feldern beteiligt sind. Wo die Keuperschichten stark überwiegen, zeigen sich auch noch höhere Stufen der Dichte, während die Dichte 1,00—1,50 sich mehr an die Felder mit bedeutender Liasverbreitung hält. Bei der Untersuchung über das Verhältnis der drei Hauptniederschlagsstufen des Schurwalds zur Flußdichte hat sich gezeigt, daß mit dem Wachsen des mittleren jährlichen Niederschlags nach Osten hin die Flußdichte erst zunimmt, dann wieder zurückgeht. Es lag nahe, die drei Regionen verschiedenen Niederschlags auf ihren Anteil an der Lias-α-Bedeckung zu untersuchen. Es ergab sich folgendes:

Niederschlagsstufe in mm	Gesamtfläche	Fläche des Lias	Lias in % der Gesamtfläche	Flußdichte in km/qkm
unter 694	115,48	39,012	33,8	1,45
694—794	190,70	32,160	16,9	2,01
794—893	73,82	31,995	43,3	1,81

Hieraus geht deutlich hervor, daß an der auffallenden Steigerung der Flußdichte von der unteren zur mittleren Niederschlagsstufe der wesentliche Anteil eben nicht auf Rechnung der höheren Regenmenge, sondern auf die der geringeren Bedeckung mit Lias α, zugleich der stärkeren mit den schwerer durchlassenden Keuperschichten zu setzen ist. Mit der Steigerung des Lias-α-Anteils von der mittleren zur oberen Niederschlagsstufe fällt auch wieder die Flußdichte. Daß sie, trotz einer gegenüber der untersten Niederschlagsstufe vermehrten Liasüberdeckung, nicht unter 1,45 km/qkm fällt, ist ein Zeichen für den Einfluß der Niederschlagshöhe auf die Flußdichte. Dieser ist vorhanden, wird aber vom stärker wirkenden Faktor der Durchlässigkeit verdeckt. Doch mag außerdem die Mitbeteiligung der höheren Liasschichten an den Feldern der dritten Niederschlagsstufe die Senkung der Flußdichte unter 1,81 hinab verhindert haben.

3. Östlicher Schwarzwald.

Die Gesteine dieses Gebietes gehören überwiegend zur Buntsandsteinformation, permische Schichten und Gesteine des Grundgebirges können für die hier zu behandelnden Fragen außer acht bleiben. Hauptbestandteil des unteren Buntsandsteins ist feinkörniger, glimmerreicher Tigersandstein, doch kommen außer gröberen, mürben auch tonige Sandsteine, selbst reine Tone vor. Der mittlere Buntsandstein beginnt mit dem mäßig verfestigten, mittelkörnigen Eckschen Konglomerat. In Nestern finden sich gröbere Gerölle, doch trifft man auch auf tonige Lagen. Auch die Zone des geröllfreien, mittleren Buntsandsteins (Bausandstein) zeigt durchschnittliche Korngröße. Das Hauptkonglomerat, teils mit Quarzsandsteinen, ähnlich dem Bausandstein, teils mit tonigen Schichten, teils mit den eigentlichen Konglomeratbänken, schließt den mittleren Buntsandstein nach oben ab. Nach der regionalen Seite der Verbreitung hin tritt von den bisher erwähnten Schichten nur das obere Konglomerat auf den Höhen zwischen Murg, großem und kleinem Enztal als Flächenbildner auf, im übrigen ist es nur wie die anderen Horizonte an den Gehängen der tief einschneidenden Täler und Bachrisse freilegt. Sonst liegt auf den Höhen des Gebirges eine Decke von feinkörnigem Sandstein, dem Plattensandstein. Tonigere Zwischenlagen fügen sich in ihn verschiedentlich ein, dazu kommen am Ostrand des Gebirges die mergeligen Letten des Röts und als schützende Platte darüber unterer Muschelkalk.

Dieser ganze Schichtenstoß nimmt die Niederschläge gern auf und läßt sie leicht durchgehen. So sinkt das Wasser zur Tiefe, bis es an einzelnen, etwa durch höheren Tongehalt oder starke Verkieselung schwerer zu durchsickernden Schichten einen Halt findet und bei ihrem Ausstreichen zutage treten kann. Auf diese Verhältnisse ist es zurückzuführen, daß der östliche Schwarzwald trotz seiner verhältnismäßig hohen Niederschlagsmenge von rund 960 mm zu den Landschaften mit geringer Flußdichte gehört. Wie er die übrigen Landschaften dieser

Gruppe, Alb- und Enzgebiet, im mittleren jährlichen Niederschlag übertrifft, so ist auch seine Flußdichte ihnen gegenüber etwas erhöht. Man gewinnt freilich bei der nachstehenden Einzelbetrachtung den Eindruck, daß er noch größere Niederschlagsmengen ohne nennenswerte Erhöhung der Flußdichte aufschlucken könnte, wenn sie sich ihm darbieten würden. Das Wasser würde dann wohl in stärkerer Menge wieder austreten, aber an der grundlegenden Regelung seiner Verteilung auf Gebirgsinneres und Oberfläche änderte sich nichts Wesentliches. Durch die größere Durchlässigkeit des Schwarzwaldes wird auch der auffallende Unterschied seiner Flußdichte gegen die des Schurwaldes verständlich. Bei der niedrigeren Regenmenge des viel flußreicheren Gebietes kann dieser ja in den Niederschlagsverhältnissen unmöglich eine Erklärung finden. Wohl sind am Aufbau des Keupergebietes sandige Schichten beteiligt, die mergelig-tonigen Zwischenlagen aber sind es, die in ihrem reichen Auftreten und in ihrem Wechsel mit den Sanden die höhere Flußdichte dort bedingen.

Untersucht man auch für den östlichen Schwarzwald, welchen Einfluß die größere oder geringere Durchlässigkeit der Gesteine auf die Flußdichte innerhalb des Gebietes haben mag, so lassen sich die Wirkungen dieses Faktors wohl erkennen. Zugleich aber ist festzustellen, daß der Zusammenhang zwischen diesen beiden Erscheinungen nur mittelbar ist. Die Stufen höherer Dichte (0,50—1,50) sind, von einer noch zu besprechenden Ausnahme abgesehen, an die tiefer liegenden Felder gebunden, deren Fläche wesentlich von den Talfurchen eingenommen wird, die Felder niederer Dichte haben Höhenlage. Das gilt für das Feld zwischen Zinsbach und Waldach südwestlich Altensteig, für diejenigen am Westrand des Gebietes zwischen Murg und oberer Nagold bzw. zwischen Nagold- und Kleinenzquellen. Dann treffen wir geringe Dichtewerte auf den Höhen zwischen Großer Enz, Kleiner Enz, Würzbach, Teinach, Nagold und Köllbach. Ebenso liegt zwischen vereinigter Enz und Nagold und zwischen dieser und der Würm ein solches Gebiet. Die Höhenfelder behalten ihre geringe Dichte bei, unabhängig von dem geologischen Horizont, dem sie zugehören. Besonders deutlich wird das im Quellgebiet der Kleinen Enz, die in ihrem Lauf die Grenze bildet zwischen dem westlichen Gebiet, in dem vorwiegend das obere Konglomerat flächenbildend auftritt, und dem östlichen, wo der Plattensandstein auf den Höhen lagert. Trotzdem aber greift in ihrem obersten Lauf die Flußdichtestufe 0,01—0,50 von Osten her auch auf die linke Seite des Tales hinüber. Auch die Zunge des Meistern zwischen Großer und Kleiner Enz ist ebenso wasserarm wie die Höhen, die das Kleinenztal im Osten begleiten, wenn dies auch auf der Flußdichtekarte nicht zum Ausdruck kommt, da die beiden Flüsse zu sehr in die Felder des Meistern noch hereingreifen. Da das obere Konglomerat sonst, wo es am Gehänge auftritt, der Quellbildung nicht ungünstig ist, so muß gesagt werden, daß bei der nicht großen Verschiedenheit in der Durchlässigkeit der Faktor der Höhenlage der maßgebendere für die Flußdichte geworden ist.

Wo nun die wenigen auf den Höhen entspringenden Gewässer damit beginnen, sich in das Schichtengebäude einzugraben, legen sie nacheinander die verschiedenen Horizonte des mittleren, an günstigen Orten auch die des unteren Buntsandsteins bloß. Hier sind nun zwar Quellen an das Ausstreichen verhältnismäßig undurchlässiger Schichten gebunden (so z. B. an das Eckse Konglomerat, in geringerem Maße auch an die Grenze Hauptkonglomerat/oberer Buntsandstein) und können durch Speisung neuer Rinnsale die Flußdichte erhöhen, aber das Primäre ist die größere oder geringere Tiefenlage der Haupterosionsrinnen, an deren Gehängen erst der Faktor der Durchlässigkeit seine Wirksamkeit auf die Flußdichte entfalten kann.

Diese Verhältnisse lassen sich auch zahlenmäßig belegen. Es sind entlang von Enz und Nagold 20 Felder ausgewählt worden, die möglichst wenig auf die Höhen übergreifen. Ebenso wurden 14 Höhenfelder ausgesucht mit geringem Anteil an Talgebieten. Die Flußdichte beider Gruppen beträgt 0,88 bzw. 0,32. Dieser Unterschied würde noch deutlicher heraustreten, wenn es sich um reine Tal- und Höhenfelder handeln würde.

Es muß auffallen, daß die Höhen südlich und südöstlich der oberen Nagold Felder mittlerer Dichte aufweisen; ebenso wäre nach dem Verhältnis von Hoch und Tief zwischen Nagold und Würm noch ein Feld niederer Dichte zu erwarten. In diesen beiden Fällen scheint nun der Faktor der Durchlässigkeit auch unmittelbar zur Wirkung zu kommen. Der Plattensandstein ist im Südosten der oberen Nagold, nach den missigen Flächen zu urteilen, etwas weniger durchlässig, am Südrand des Gebietes legt sich als neuer Wasserhorizont an einer Verwerfung auch noch eine Decke von Röt und unterem Wellengebirge darüber. Röt und Wellengebirge treten auch am Ostrand des Gebietes zwischen Nagold und Würm reichlicher auf und sind dort wohl die Ursache der etwas größeren Flußdichte der Höhen.

Betrachtet man endlich noch die sechs Hauptniederschlagsstufen des Gebietes, so erklärt sich die Abnahme der Flußdichte von der untersten Stufe (678—774) zur nächst höheren aus den eben geschilderten Verhältnissen zwischen Nagold und Würm und aus der Tatsache, daß diese Stufe gerade die Haupttiefenrinne des Nagoldtales und seiner zahlreichen linken Seitenbäche einbezieht. Von der zweiten bis zur fünften Niederschlagsstufe steigt die Flußdichte, aber ihre geringe Zunahme zeigt, wie die große Durchlässigkeit des Schichtpakets im ganzen weit mehr Einfluß auf die Flußdichte hat als die sich beträchtlich steigernde Niederschlagsmenge. Wo sich im Westen mehr Niederschlag bietet, wird er ohne wesentliche Änderung der Flußdichte ebenso verschluckt wie der kleinere im Osten. Dagegen ist die mit der sechsten Niederschlagsstufe eintretende Senkung der Flußdichte schwer zu verstehen. Ein Teil der Senkung darf zwar auf Kosten des etwas stärkeren Anteils der Höhenfelder gesetzt werden, aber dies reicht für ihre vollständige Erklärung nicht aus.

4. Kniebisstock.

Während im östlichen Schwarzwald die Buntsandsteinschichten die Hauptrolle spielen, treten hier Gneis, Granit und Rotliegendes mehr in Erscheinung. Der Gneis, vorwiegend Renchgneis, der sich besonders im Murgtal findet, ist ein meist mittelkörniges Gestein, das freilich als Sedimentgneis einen starken Wechsel der Korngröße und Struktur zeigt. Granit ist hauptsächlich im Schönmünz- und Langenbachtal vorhanden. Vom Perm ist das mittlere Rotliegende mit meist dichtem Quarzporphyr, auch Quarzporphyrtuffen (Tonsteine) vertreten, während das obere Rotliegende hauptsächlich aus Arkosen besteht, die nach oben immer feinsandiger werden. Von den Schichten des Buntsandsteins kommen im Kniebisgebiet hauptsächlich die unteren und mittleren in Betracht, Plattensandstein findet sich nur noch um Freudenstadt, Röttone fehlen ganz.

Die Schichten des Buntsandsteins sind, wie wir schon sahen, im allgemeinen wasserdurchlassend. So sinken die Sickerwasser zur Tiefe, bis eingelagerte schwerer durchlässige Schichten sie aufhalten und sie dann als Quellen zutage treten lassen. Aus diesen Verhältnissen mag sich teilweise erklären, daß die Flußdichte im Gebiet Kniebis—Freudenstadt—Baiersbronn verhältnismäßig gering ist. Dort haben wir, ähnlich wie im östlichen Schwarzwald, noch ein Vorherrschen derjenigen Buntsandsteinschichten, welche nicht so häufig Veranlassung zum Austreten von Quellen geben, wie dies weiter nördlich und westlich durch die größere Mannigfaltigkeit der zutage gehenden Schichten möglich wird. Quellenhorizonte sind im südöstlichen Gebiet die tonigen Schichten des Hauptkonglomerats, auch treten Quellen in seinem Liegenden, ganz selten in seinem Hangenden aus. Da das Ecksche Konglomerat und der untere Buntsandstein, die in ihren tonreicheren Lagen vergleichsweise gute Quellenhorizonte sind, sich hier noch wenig geltend machen, so tritt in diesem Gebiet lange nicht so viel Wasser zutage wie weiter im Norden und Westen. Hier finden wir außer den eben genannten den Hauptquellenhorizont über dem Grundgebirge, ferner liefern verschiedene Schichten des Rotliegenden und die Grenze des oberen Rotliegenden gegen den Buntsandstein reichlich Wasser. Aus diesen Verhältnissen lassen sich die Gebiete hoher Flußdichte erklären. Besonders das Gebiet am Zusammenfluß von Langenbach und Schönmünz zeigt deutlich, daß es seine hohe Flußdichte durch die zahlreichen Wasserläufe erhalten hat, welche hier an der Grenze von unterem Buntsandstein gegen den Granit ausbrechen. Für das Gebiet hoher Flußdichte am Oberlaufe der Murg sind neben den Quellen, welche an der Grenze Gneis/unterer Buntsandstein austreten, auch diejenigen bestimmend, welche an der oberen Grenze des Eckschen Konglomerats und an der Grenze des unteren Buntsandsteins gegen dichte Porphyrtuffe entspringen. Auch das Gebiet im Süden von Schwarzenberg, dem Murgtale entlang, verdankt seine hohe Dichtestufe den vielen Quellen, die

hier an den Grenzen von unterem Buntsandstein gegen oberes und mittleres Rotliegendes und gegen Gneis austreten; für das Feld mit der Dichtestufe 2,00—2,50 westlich Baiersbronn gilt Ähnliches in bezug auf die Grenze von Grund- gegen Deckgebirge.

Für den östlichen Schwarzwald ist als primäre Ursache seiner verschiedenen Flußdichtewerte die wesentlich durch das Wirken der Hauptflüsse geschaffene Verteilung von Hoch und Tief genannt worden. Diese läßt dort den Faktor der Durchlässigkeit erst zum Angriff kommen. Im Kniebisgebiet, das weithin bis aufs Grundgebirge hinab zerfressen ist, wo also die Erosion schon alle geologischen Schichten bloßgelegt und die Quellhorizonte freigegeben hat, scheint dagegen der Faktor der Durchlässigkeit maßgebender zu sein. Der Südosten des Gebietes mit der geringeren Aufschließung der ihn aufbauenden Gesteine ist allerdings ein Übergangsgebiet zum östlichen Schwarzwald. Dementsprechend ist seine Flußdichte geringer, auch der Gegensatz von Hoch und Tief tritt wieder deutlicher hervor.

5. Mittlere Alb.

Es seien zunächst die wichtigsten im Gebiet vorkommenden Gesteinsarten erwähnt. Im Braunen Jura finden wir einen Wechsel von Tonen (α und ζ) mit mehr oder minder mergeligen Kalkbänken und Mergeln (γ, δ) und dann wieder sandig-glimmerigen Tonen (β). Aber auch innerhalb der einzelnen Unterabteilungen wechseln diese Schichten in der mannigfaltigsten Weise. Auch im Weißen Jura haben wir noch Tone und Mergel, allerdings von Kalkbänken durchsetzt, doch ist der Gesamtcharakter hier ein vorwiegend kalkiger. Man denke an Weißjura β und δ. Dazu kommen noch die massigen Kalke der Schwammfazies, welche für unser Gebiet mit dem Weißen Jura γ einsetzen, in ε weite Flächen einnehmen, im mehr tonigen, geschichteten ζ etwas zurücktreten. Darauf lagern nun im Südosten der Alb tertiäre Schichten. Bald sind es mergelige und kalkige Bänke (untere und obere Süßwassermolasse), bald gröbere oder feinere Sande (Graupensand, Pfohsand) oder auch einzelne Tonlagen (z. B. in den brackischen Schichten). Zu diesen Gesteinen kommen noch die Basalte und Basalttuffe, in zahlreichen Flecken über das Gebiet zerstreut.

Betrachten wir die Flußdichtekarte der Alb und eine geologische Karte dieses Gebietes, so wird man auch hier nicht im Zweifel darüber sein, daß der maßgebende Faktor für die Verteilung der Flußdichte in der größeren oder geringeren Durchlässigkeit der Gesteine zu suchen ist. Wir haben im Nordwesten einen Streifen hoher Flußdichte; sie nimmt gegen Südosten ab, um endlich einer breiten Zone mit der Dichtestufe 0,00—0,01 (nur unterbrochen durch das Gebiet um die Große Lauter) Platz zu machen. Darauf folgt weiter nach Südosten zu ein allmähliches Ansteigen der Flußdichte, welche allerdings die hohen Werte des Nordwestens nicht mehr erreicht. Mit dieser Abstufung der Flußdichte im großen geht der Gesteinscharakter Hand in Hand. Im Nordwesten

haben wir die noch mehr tonig-mergeligen Schichten des Braunen Jura und untersten Weißen. Dann folgen die geschlossenen Kalkmassen des übrigen Weißen Jura, und darauf lagern sich im Südosten die tertiären Schichten, die mit ihrem größeren Wechsel von tonigen, mergeligen, kalkigen und sandigen Schichten das Wasser nicht mehr so ungehindert zur Tiefe sinken lassen.

Auf diese deutliche Dreiteilung des Gebietes nach den petrographischen Verhältnissen und den Werten für die Flußdichte soll noch genauer eingegangen werden. Es sind zu diesem Zweck 11 Felder ausgewählt worden, die ganz im Braunen Jura liegen oder bei denen der Weißjuraanteil sehr klein ist. Nach der Gesteinsbeschaffenheit der Schichten wäre es wohl richtig, auch Weißjura α noch einzubeziehen. Da aber auf der geognostischen Spezialkarte bei gleicher Farbengebung nur selten eine Grenzlinie zwischen Weißjura α und β eingezeichnet ist, so mußte ich auch α ausscheiden. Der Flußdichtewert für diese 11 Felder beträgt im Mittel 2,29. Dasselbe wurde bei den Tertiärgebieten im Südosten gemacht. Die Flußdichte 20 ausgewählter Felder betrug 0,78. Endlich wurden im Weißen Jura (α—ζ) 108 Felder ausgesucht, an denen Brauner Jura bzw. Tertiär keinen Anteil haben. Hier beträgt der Wert für die Flußdichte nur 0,18. Weißjura α und β sind bei diesem Wert nur wenig beteiligt. Sie müssen meist wegbleiben, weil die entsprechenden Felder noch Braunjura umfassen. Scheidet man wegen der Zusammenfassung von Weißjura α und β noch die 5 Felder aus, die wesentlich zu diesem Gebiet gehören, so sinkt der Wert auf 0,16. Damit ist zugleich nur die Hochfläche der Alb und der Abfall der oberen Terrasse gegen das Neckarland berücksichtigt.

Man erhält also (Tabelle I dauernd fließende, Tabelle II dauernd und periodisch fließende Gewässer):

	Flußdichte in km/qkm I	Flußdichte in km/qkm II
Brauner Jura	2,29	2,39
Weißer Jura a)	0,18	0,20
b)	0,16	0,18
Tertiärgebiete	0,78	0,95

Es tritt hier auch zahlenmäßig der überragende Einfluß der Gesteinsbeschaffenheit auf die Flußdichte hervor.

An Einzelheiten sei folgendes hervorgehoben: Für die Felder im Nordwesten und Norden mit den hohen Flußdichtestufen 2,00—3,00 sind die tonigen Schichten des Braunen Jura verantwortlich zu machen. Besonders für das Gebiet nördlich von Metzingen sind die Opalinustone maßgebend. Sonst geben auch die Schichten des oberen Braunen Jura, aus Tonen und Tonmergeln bestehend, einen ziemlich undurchlässigen Untergrund und tragen so zur Erhöhung der Flußdichte bei. Dagegen kann von einer nennenswerten Steigerung der Dichte des Gebietes durch die Basalte und Basalttuffe nicht gesprochen werden.

In den Feldern der nächstfolgenden Dichtestufe (1,50—2,00) tritt

der Anteil des besonders bachreichen Braunen Jura α zurück und macht dem der höheren Horizonte Platz, von denen die Terrasse der Blauen Kalke vergleichsweise wasserarm erscheint. Nur am Reutlinger Feld ist Braunjura α stärker beteiligt. Hier aber muß mit einem den natürlichen Verhältnissen nicht mehr entsprechenden Flußdichtewert gerechnet werden.

In der nächsten Stufe ist schon deutlich der Einfluß der Kalke des Weißen Jura zu bemerken. Sie drücken den Mittelwert für diese Gebiete, welche teilweise in den wenig durchlässigen Schichten des oberen Braunen Jura und des Weißen Jura α oder auch noch γ liegen, herab. Ziemlich weit ins Gebiet niederer Flußdichte springen drei Felder dieser Stufe vor. Für zwei von ihnen erkennt man, daß für ihre im Verhältnis zur Umgebung größere Dichte die Quellbäche von Lindach und Lauter, welche auf der Grenze von Weiß β gegen das tonige α, zum kleinen Teil auch schon auf derjenigen von γ/δ entspringen, verantwortlich gemacht werden können. Das dritte Feld liegt bei Urach. Auch hier entspringen einige Bäche auf der Grenze α/β bzw. γ/δ, doch tragen zur Erhöhung der Dichte hauptsächlich die durchziehende Erms und Elsach bei: ein Zeichen, daß man bei kleinen Gebieten nicht immer erwarten darf, daß die Flußdichte mit der Gesteinsbeschaffenheit des betreffenden Feldes zusammenhänge, auch wenn das für das Gesamtgebiet gilt.

Mit den oberen Schichten des Weißen Jura setzt nun auch die Herrschaft der niederen Dichtestufen (bis 1,00) ein. Ihre Oberstufe findet sich hauptsächlich längs des Laufes von Erms und Großer Lauter, welche auf der Grenze von γ/δ entspringen. Sonst macht sich hier auch der wasserhaltende Einfluß von Basalt und Basalttuff bemerklich. Der Einfluß dieser Gesteine auf die Flußdichte ist aber gering, viel geringer als man erwarten könnte, wenn man an die große Wichtigkeit der aus ihnen entspringenden Quellen für die Wasserversorgung (vor der Albwasserversorgung) denkt. Ein guter Teil der Quellen versinkt alsbald wieder in den klüftigen Jurakalken. Doch sind z. B. die bei Zainingen, bei Donnstetten (nordöstlich von Münsingen) und bei Dottingen (westlich von der genannten Stadt) aus dem Basalttuff entspringenden Quellen die Ursache für die, allerdings nur geringe Flußdichte des dortigen Gebietes. Auch die tonigeren Schichten der normalen Fazies von Weißjura ζ sind Wasserspender. Sie lassen z. B. um Münsingen und Gächingen (Ursprung der Gächinger Lauter) die Flußdichte nicht bis zur untersten Stufe sinken, die überall sonst, wo die bisher genannten Verhältnisse nicht vorliegen, vorherrscht.

Gehen wir weiter der Donau zu, so erreichen die Gebiete mit Flußdichte 0,00—0,01 ihr Ende, und es treten in breitem, durchgehendem Streifen Felder mit den beiden Stufen von 0,01—1,00 km/qkm auf, nicht etwa nur entlang von Blau, Schmiech und Lauter, die ihren eigentlichen Ursprung den undurchlässigen Schichten von Weißjura γ verdanken. Die Grenzen von Landgericht und Hochsträß stimmen gut

überein mit dem Auftreten der höheren Dichtestufen. Hier im tertiären Gebiet sind immer wieder tonigere Schichten zwischen Kalken und Sanden eingeschaltet und sind die Ursache dafür, daß der Niederschlag in zahlreichen Quellen austreten kann. Aber ähnlich wie auf der Hochalb ist es auch hier Weißjura ζ, der z. B. um Ehingen durch den Austritt kräftiger Quellen die Flußdichte steigert.

6. Nördliches Oberschwaben.

Als erster Vertreter der tertiären Schichten wäre die untere Süßwassermolasse zu nennen, welche südlich der Donau in ihrer mehr sandig-mergeligen Ausbildung auftritt, die eigentlichen Kalke dagegen finden sich in unserem Gebiet im wesentlichen nur längs des Donaulaufes. Die Meeresmolasse zeigt sich im Untersuchungsgebiet hauptsächlich als Muschelsandstein, so bei Baltringen, der, unten grobkörnig, nach oben hin feinkörniger wird und dann den Sanden der oberen Süßwassermolasse ähnelt. Die Brackwassermolasse findet sich als feiner Sand in der Gegend von Oberkirchberg a. J., sonst ist sie aus Tonen und Mergeln zusammengesetzt. Mehr als diese Tertiärschichten tritt die obere Süßwassermolasse hervor. Sie besteht in unserem Gebiet aus wechselnden Schichten von Mergeln, Tonen und Sanden. Die Sande (Zapfensande) nehmen den tonig-mergeligen Gesteinen gegenüber an Bedeutung zu, je weiter man nach Süden kommt. Im Nordosten des Gebietes liegen über dem Tertiär die ihrerseits wieder meist von Blocklehm überzogenen, zuweilen fest verkitteten Deckenschotter, zwischen Laupheim und Schwendi, dann wieder im Südwesten von Wiblingen am rechten Rand des Donau- und Rothtales die Schotter der Hochterrasse, also fluvioglaziale Bildungen. Im Süden aber ist das Tertiär von den Ablagerungen der zweitletzten Vereisung mit ihren ebenfalls oft wieder verkitteten Geschieben, ihren Sanden oder Lehmen überdeckt, nur an einigen Taleinschnitten kommt es zutage.

Eine Beziehung zwischen Flußdichte und Durchlässigkeit der Schichten, welche am Aufbau dieses Gebietes beteiligt sind, nachzuweisen, ist recht schwierig. Bei der großen Mannigfaltigkeit der Gesteine und ihrem raschen Wechsel von Ort zu Ort wird auch die Durchlässigkeit auf kleinem Raum starke Schwankungen zeigen, die im einzelnen nur schwer festzustellen sind. So ist z. B die Durchlässigkeit der Grundmoräne verschieden, je nachdem die sandig-kiesigen oder die lehmigen Bestandteile vorwiegen; auch der Grad der Verfestigung ist nicht ohne Bedeutung. Fluvioglaziale Sande werden je nach der Korngröße ebenfalls eine verschiedene Durchlässigkeit zeigen, ebenso die sie bedeckenden Lehme je nach dem örtlichen Gehalt an Kies.

Folgende Zusammenhänge lassen sich beim Vergleich von geologischer Karte und Flußdichtekarte herausfinden: Die tertiären Schichten, sowohl dort, wo sie wie im Westen des Gebietes in zusammenhängender Erstreckung auftreten, als dort, wo sie wie im Osten und Süden hauptsächlich an den Talhängen anstehen, fallen zusammen

mit Feldern der höheren Dichteſtufen (1,00—2,50). Man faſſe einmal im Nordweſten des Gebietes dieſe drei Dichteſtufen zuſammen und denke ſie ſich durch eine Linie gegen die niederen Dichteſtufen abgegrenzt. Dieſe Linie folgt, beſonders in ihrem oſtweſtlichen Verlauf im Norden von Biberach, ziemlich genau dem Nordrand der Altmoränenlandſchaft. Dann biegt dieſer ſüdwärts, während die Flußdichtegrenze noch ein Feld weiter nach Oſten zieht und ſo ein Gebiet umſchließt, das ziemlich viel anſtehendes Tertiär zeigt. Die Grenze zieht ſich dann wieder etwas nach Weſten zurück und läßt damit die fluvioglazialen Gebilde im Süden von Laupheim aus. Höhere Flußdichte zieht ſich dem Laufe der Roth entlang (Tertiär teilweiſe anſtehend) und zeigt ſich ferner in einem langen Streifen, der am Oſtrande des Gebietes von Norden nach Süden zieht und hier wieder mit Feldern zuſammenfällt, in denen der tertiäre Untergrund ziemlich häufig zum Vorſchein kommt. Die Gegend um Ochſenhauſen mit ihrer höheren Dichte ſtimmt mit einer größeren Verbreitung des Tertiärs überein, auch dort wird mit der glazialen Überlagerung die Flußdichte geringer. Auch bei den Feldern mit der Dichte 2,00—1,50 im Südoſten von Biberach läßt ſich ein Zuſammenhang zwiſchen dem Anſtehen tertiärer Schichten und der Flußdichte feſtſtellen. Die Tatſache, daß die tertiären Gebiete höhere Flußdichtewerte zeigen, ſteht ſicher mit dem Grad der Durchläſſigkeit ihrer Geſteine in Zuſammenhang. Tonigere Schichten innerhalb von Sanden geben Veranlaſſung zu Quellaustritten, vor allem aber ſind die tertiären Schichten dazu geeignet, die Sickerwäſſer aus den darüberliegenden glazialen und fluvioglazialen Ablagerungen abzufangen und ſie dann an ihrem Rande austreten zu laſſen. Allerdings iſt darnach nicht recht einzuſehen, weshalb im Oſten der meridionale Streifen hoher Flußdichte nicht weiter nach Süden reicht, wo im ganzen die Verhältniſſe doch dieſelben ſind wie weiter nördlich.

Die Gebiete mit niederer Flußdichte (1,00—0,01) zeigen ſich teilweiſe gebunden an die diluvialen Lehme, Kieſe und Sande, die im Oſten die Höhen zwiſchen den Haupttälern bedecken. Deutlich zeigt ſich das zwiſchen dem öſtlichen Zweig der oberen Rottum (ſogenannte „untere Rottum") und der Roth, dann wieder zwiſchen Roth und Weihung, auch zwiſchen Rottum und Roth bei Laupheim. Die oben erwähnte niedere Dichte im ſüdlichen Teil des Oſtrandes mag einen, allerdings nicht zureichenden, Grund in der etwas ſtärkeren Beteiligung der Deckenſchotter bzw. in dem Feld geringſter Dichte auch der Niederterraſſe am Aufbau dieſes Gebietes haben. Dieſes Verhalten der fluvioglazialen Gebilde in bezug auf ihre Flußdichte dürfte zum guten Teil auf ihre Durchläſſigkeitsverhältniſſe zurückzuführen ſein.

Im ganzen liegen die Verhältniſſe im Gebiet der Altmoräne ähnlich wie im Gebiet der fluvioglazialen Ablagerungen. Auch hier überwiegen die niederen Dichteſtufen, einen Zuſammenhang im einzelnen zwiſchen Durchläſſigkeit und Flußdichte nachzuweiſen, iſt aber noch ſchwieriger als dort.

7. Südliches Oberschwaben.

Auch beim Baumaterial dieser Landschaft finden wir in raschem Wechsel alle Zwischenstufen von undurchlässigem Tonboden bis zum lockeren Geröllboden. Im Osten, dann wieder im Westen des Schussentales lagert Grundmoräne mit ihrer wirren Anhäufung von Geschieben in tonig-sandiger Grundmasse, die im allgemeinen einen schwer durchlässigen Boden und Untergrund bildet. Dazwischen finden sich lockere, blockreiche Kiesaufschüttungen von Endmoränen, die normalerweise viel durchlässiger sind als die Grundmoräne, freilich hierin auch starke Schwankungen zeigen. Zu diesen glazialen Ablagerungen kommen fluvioglaziale Bildungen im weiten Schussenbecken, ferner im Argental. Die Korngröße dieser Aufschüttungen ist sehr verschieden und wechselt von grobem Kies bis zu den feinsten Sand- und Tonschichten, die in Stauseen abgelagert wurden. Die Kiesschüttungen selber sind stark durchlässig, doch kann darunterliegender, undurchlässiger Beckenton zur Versumpfung führen.

Fassen wir die beiden unteren Dichtestufen (0,01—1,00) zusammen, so zeigt sich, daß sie teilweise im Gebiet sandig-kiesiger, mitunter auch verlehmter fluvioglazialer Aufschüttungen liegen, die das Wasser bis auf eine undurchlässige Schicht niedersinken lassen, auf der es sich als Grundwasser weiterbewegt. Zur Quell- oder gar Flußbildung wird es nur kommen können, wo etwa am Terrassenrand die abdichtende Schicht noch freigelegt wird; die Terrassenfläche selbst liegt trocken. Diese Verhältnisse haben wir bei den drei Feldern niederer Dichte längs des Südwest- und Südrandes des Gebietes, wo auch die Grenze von Geschiebelehm gegen Talsand und Kies westlich vom Unterlauf der Schussen auf der Flußdichtekarte gut herauskommt. Die drei Felder um Tettnang dagegen liegen zum Teil im Moränengebiet, in dem aber durchlässige Packungen von Endmoränen bzw. kiesreiche Schüttungen wohl älterer Moränen reich vertreten sind und größere Durchlässigkeit bedingen. Wasserarme Terrassenflächen vermindern ferner auch hier die Flußdichte. Der Rand der Prestenberger Terrasse bildet zwar einen guten Quellhorizont, der aber für die Flußdichte dieses Feldes nicht mehr entsprechend in Erscheinung tritt, wogegen sich die Wasserlosigkeit ihrer Fläche sehr bemerkbar macht. Das letzte Feld niederer Dichte am Nordrand des Gebietes um den Flattbachweiher schließt zwar wichtige Quellen ein, die einem sich weithin erstreckenden Kieslager zwischen über- und unterlagernder Grundmoräne entstammen. Die Gewässer eilen aber von den Hängen rasch der Tiefenlinie zu, die Flußdichte wird nicht besonders erhöht. Das sich ostwärts anschließende Moränengelände aber erscheint flußarm und gerade hier verzeichnet die geologische Karte in 1 : 25 000 reichliche Beimischung von Sand und Kies, also durchlässigere Bildungen.

Die hohen Flußdichtewerte sind im Bereich der Fluvioglazial-landschaft an den Lauf von Schussen und Argen gebunden. Dabei trägt

feineres, weniger durchlässigeres Terrassenmaterial westlich Tettnang sowie reichliche Verbreitung des undurchlässigen Beckentons in der Gegend der Schwarzachmündung zur Erhöhung der Dichte bei. Im übrigen aber ist die Grundmoränenlandschaft mit ihrem normalerweise schwer durchlässigen Untergrund der Träger der höheren Flußdichtestufen. Der reiche Wechsel von Hügeln und Mulden zwingt die abziehenden Wasser zu vielfältigen Windungen oder, wie im Bereich gut ausgebildeter Drumlins um Taldorf—Bavendorf, gar zu langen Strecken parallelen Laufs, ehe die Vereinigung gelingt. Auch dieser Umstand trägt zur Erhöhung der Flußdichte bei.

Bei der Betrachtung von mittlerem jährlichem Niederschlag und Flußdichte ergab sich eine Senkung der letzteren bei der zweiten Niederschlagsstufe des Gebietes. Von den Feldern, die aus den oben genannten Ursachen geringe Dichte haben, umschließt aber diese Stufe verhältnismäßig viele, während die unterste Niederschlagsstufe diesen Anteil durch größere Flächen im Grundmoränengebiet westlich der Schussen und durch diese selber mehr als ausgleichen kann. Die höchste Niederschlagsstufe zeigt ebenfalls eine höhere Dichte als die mittlere, da an ihr wesentlich nur flußreiche Grundmoränenlandschaft beteiligt ist. Sie erreicht aber trotz der Niederschlagshöhe von rund 1150 mm den Dichtewert der untersten Niederschlagsstufe nicht. Das darf wohl in erster Linie auf den sehr langen Weg der Schussen durch das Gebiet der untersten Niederschlagsstufe zurückgeführt werden. Der kurze Lauf der Argen durch das Gebiet der obersten Niederschlagsstufe kann dagegen den Flußdichtewert nicht entsprechend erhöhen.

X. Einwirkung anderer Faktoren auf die Flußdichte.

1. Höhenlage.

Schaefer konnte in seiner Arbeit den Nachweis erbringen, daß die Flußdichte innerhalb eines Gebietes mit zunehmender Höhenlage abnimmt. Er schreibt darüber auf Seite 26: „. . . zum Teil wird die Ursache darin liegen, daß je höher herauf, um so weniger Wasser zur Flußbildung zur Verfügung steht. Auf den höchsten Punkten hört ja die Zufuhr des Wassers mit dem Fallen des Regens auf, während unten dieser Prozeß wegen des darüber laufenden Wassers noch andauert. Ferner fehlt den Wasserläufen in den höheren Stufen der Gebirge auch ein Reservoir, welches das Wasser zur Speisung liefert in Zeiten, wo der Niederschlag dies nicht besorgt . . ."

Dieser Faktor der relativen Höhenlage ist auch in einem Teil meiner Untersuchungsgebiete deutlich zu erkennen. Wir sahen im Schurwald, daß den Lias-α-Schichten eine verhältnismäßig geringe Flußdichte eigen ist, und führten das zum Teil auf ihre kalkige und sandige Ausbildung zurück. Teilweise muß hier aber auch die Lage dieser Schichten auf der Höhe des Berglandes hereinspielen und zur Verminderung der

Flußdichte beitragen. Denn wo um den Kernen und — unter Heranziehung des Nachbargebietes jenseits der Rems — auf den Höhen nördlich von Winterbach i. R. Stubensandstein zu oberst liegt, zeigt sich ebenfalls die bezeichnende Verarmung an Wasserläufen. Ähnliches gilt auch für das untere Enzgebiet. Dort weisen die Höhen westlich des Grenzbachs, zwischen Grenzbach und Strudelbach, Strudelbach und Glems und endlich östlich der Glems niedere Dichtestufen auf; auf den Höhen im Westen, denen Lehm- und Lettenkohlebedeckung fehlt, ist dann die Flußdichte wegen der Durchlässigkeit des Muschelkalks noch stärker herabgedrückt.

Im östlichen Schwarzwald sahen wir schon, daß der Einfluß der größeren oder geringeren Durchlässigkeit der Gesteine für die Flußdichteunterschiede innerhalb des Gebietes zurücktritt gegenüber dem der relativen Höhenlage. Hochliegende Felder sind im allgemeinen auch hier zugleich solche geringer Flußdichte. Für den Südosten des Kniebisgebietes ließ sich dieselbe Beziehung ebenfalls noch nachweisen. Auch an der verhältnismäßig niederen Flußdichte, welche die diluvialen Lehme, Kiese und Sande im Osten des oberschwäbischen Gebietes aufweisen, mag ihre Lage auf den Höhen zwischen den Tälern von Rottum, Roth und Weihung mitbeteiligt sein.

Wenn sich so ein Einfluß der relativen Höhenlage auf die Flußdichte erkennen läßt, so kann dies von der absoluten Höhenlage nicht gesagt werden. Mit Hilfe der Gewässer- und Höhenkarte von Württemberg im Maßstab 1 : 600 000 wurde durch Ausmessen der Flächen zwischen den Isohypsen für jedes unserer Gebiete der Betrag der mittleren Höhe mit einer für diesen Zweck ausreichenden Genauigkeit gewonnen. Die Zusammenstellung ergibt folgendes Bild:

Gebiet	Mittlere Höhe in m	Flußdichte in km/qkm	Dichte . 10000 / Niederschlag
Enzgebiet	319	0,53	8,0
Schurwald	355	1,81	24,4
Südliches Oberschwaben	485	1,53	15,0
Nördliches Oberschwaben	565	1,10	14,3
Östlicher Schwarzwald	603	0,66	6,9
Mittlere Alb	659	0,52	6,5
Kniebisstock	768	1,68	10,5

Es soll nicht in Abrede gestellt werden, daß die absolute Höhe einer Landschaft durch den Einfluß, den sie auf Art und Ausmaß der Verwitterung, auf Menge und Dauer der Schneebedeckung, endlich auf die Höhe des Gesamtniederschlags und der Verdunstung hat, auch die Flußdichte mitbestimmt, aber, und das geht aus der obigen Aufstellung deutlich hervor, um ein wesentliches Glied der ganzen ursächlichen Zusammenhänge kann es sich nicht handeln.

Die rechte Spalte soll das Problem von mittlerer Höhe, mittlerem jährlichem Niederschlag und Flußdichte noch etwas beleuchten. Puls

berechnet beim Vergleich von Flachland und Mittelgebirge den entsprechenden Quotienten zu rund 7 bzw. 13 und schließt daraus, daß im Gebirgsland eine kleinere Regenmenge genügt als im Flachland, um dieselbe Wirkung hervorzurufen. Das Mittel der oben zusammengestellten Quotienten fügt sich tatsächlich mit 12,2 dem Pulsschen Wert gut ein, seine Folgerung wird durch diese Untersuchung bestätigt, sofern man nur auf ganze, große Landstriche mit Mittelgebirgscharakter sehen will. Es zeigt sich aber ebenso deutlich, daß es verfehlt wäre, die Gültigkeit seines Schlusses ohne weiteres auch auf die einzelnen Gebirgselemente auszudehnen, aus denen sich jene Landschaften höherer Ordnung aufbauen. In unserem Beispiel mahnt schon die Verschiedenheit der Quotienten um im Höchstfalle 18 Einheiten zur Vorsicht (die Schwankung beträgt für die von Puls untersuchten Mittelgebirgslandschaften nur 1,8 Einheiten). Dann aber entsprechen die Quotienten für den östlichen Schwarzwald und die mittlere Alb durchaus denen, die Puls für die Vertreter des Flachlandes, die pommersche Seenplatte und Nordschleswig zu 6,0 und 7,4, im Mittel also zu 6,7, angibt und das, obwohl sie mit einer mittleren Höhe von rund 630 m weit über dem ungefähren Mittel jener Landschaften mit 145 und 27 m liegen. Für sie würde also, um mit Puls zu reden, zur Erreichung einer bestimmten Flußdichte dieselbe Regenmenge erforderlich sein wie im Flachlande. Wir sahen freilich bei der Betrachtung der geologisch-petrographischen Verhältnisse, daß für die Höhe, die die Flußdichte in einer Landschaft erreicht, die Niederschlagsverhältnisse gar nicht ausschlaggebend sind.

2. Lagerung der Schichten.

An der relativ niedrigen Dichte, welche die hochgelegenen Flußdichtefelder aufweisen, ist jedoch nicht allein die Höhenlage und die Durchlässigkeit beteiligt, sondern es kommt der Einfluß der Lagerungsweise dazu. Das gilt besonders für den östlichen Schwarzwald, das Enzgebiet und den Schurwald. Wir haben überall auf den Höhen entsprechend dem geringen Schichtenfallen nur geringes oberflächliches Gefälle (man denke z. B. an das Lange Feld). Dadurch aber wird dem Regenwasser das Eindringen wesentlich leichter gemacht, als das unter sonst gleichen Verhältnissen in einem stärker geneigten Gelände der Fall wäre. Die Bedingungen für ein oberflächliches Abfließen sind also auf den wenig geneigten Plateaus ungünstig, und auch dadurch müssen die Flußdichtewerte herabgedrückt werden. Derselbe Einfluß macht sich wohl auch auf den Decken- und Hochterrassenschottern im nördlichen Oberschwaben, dann vor allem bei den Terrassen des Schussenbeckens bemerklich.

Die Neigung der Schichten ist ferner von großer Bedeutung für Anzahl und Stärke der Quellen, die aus freigelegten, schwer durchlässigen Schichten entspringen. Besonders deutlich wird das dort, wo das Haupttal ungefähr ins Streichen der Schichten fällt. Naturgemäß ist dann der Quellhorizont derjenigen Talflanke, bei der die wasser-

stauende Schicht gegen das Tal zu einfällt, der reichere; auf der Gegenseite muß ja das Sickerwasser vom Tal weggeleitet werden. Solche Verhältnisse treffen wir z. B. im Nagold- und Forbach-Murg-Tale. Von Wildberg bis zur Würmmündung haben wir links etwa 20, rechts 13 Zuflüsse, von Freudenstadt bis zur Sankenbachmündung links 9, rechts 6 und für die Strecke von der Thonbachmündung bis Schwarzenberg dem Murgtal entlang sind 27 und 17 die entsprechenden Zahlen. Da zudem die linken Nebenflüsse durchschnittlich in der Erosionsarbeit weiter vorangeschritten sind als die rechten, die dem vor ihnen aufsteigenden Schichtenstoß entgegenarbeiten mußten, so erhellt hieraus der Einfluß, den die Lagerungsverhältnisse auf die Flußdichte haben.

3. Lage zur Erosionsbasis.

Beim Vergleich der Flußdichte des östlichen Schwarzwaldes und des Kniebisstockes ergibt sich, daß die Flußdichte im Kniebisgebiet nicht ganz $2^3/_4$mal so groß ist wie die Dichte des östlichen Schwarzwaldes, während es doch nur knapp $1^3/_4$ der Niederschlagsmenge des Nachbargebietes aufzuweisen hat. Die größere Dichte im Kniebisgebiet ist außer auf den größeren Niederschlag auch zum Teil zurückzuführen auf die Beteiligung von Grundgebirge und Perm an den ausstreichenden Schichten und den damit gegebenen Quellhorizonten. Aber auch das ziemlich reine Buntsandsteingebiet um Kniebis—Freudenstadt zeigt eine Flußdichtestufe, wie sie im östlichen Schwarzwald nur vereinzelt auftritt. Die Gesteinsbeschaffenheit gibt hierzu keinen Anlaß, denn entweder sind die Höhen Plattensandstein wie weiter im Osten oder werden sie vom Hauptkonglomerat gebildet, welches in den westlichen Teilen des Nachbargebietes in nur wenig geringerer Verbreitung auftritt. Auch die Lagerungsverhältnisse der Schichten sind dieselben. Wohl aber gehört das Kniebisgebiet zu dem der Murg und einiger anderer direkter Rheinzuflüsse, welche nach verhältnismäßig kurzem Lauf schon ihre tiefgelegene Erosionsbasis erreichen. Die Flüsse des östlichen Schwarzwaldes dagegen erreichen das Rheintal erst auf dem weiten Umweg durch das württembergische Unterland. Das Flußgefälle der zwei Gebiete muß danach ein sehr verschiedenes sein. Aus der Karte ergab sich folgendes:

Enz bei Pforzheim bis (bei) Kleine Enzquelle:

37,8 km Länge 495 m Höhendifferenz $13{,}1\,^0/_{00}$ Gefälle,

Murg bei Schwarzenberg bis Rothmurgbrunnen:

25,8 km Länge 445 m Höhendifferenz $17{,}2\,^0/_{00}$ Gefälle.

Das heißt aber: die erosive Kraft im Murggebiet ist eine größere als im Enz—Nagoldgebiet. Die Hauptflüsse konnten sich dort tiefer in das Schichtengebäude einnagen und dadurch wieder war an ihren Talhängen die Gelegenheit zu reichlicher und besonders kräftiger Ausbildung von Nebenrinnsalen günstiger als im Osten.

Sahen wir hier, wie die Flußdichte mitbedingt wird durch die im Bauplan der südwestdeutschen Stufenlandschaft begründeten Hauptabzugswege der Flüsse zu ein- und derselben Erosionsbasis (Murg- und Neckarmündung haben eine Höhendifferenz von rund 12 m), so kann auch die Zugehörigkeit zu zwei verschiedenen Erosionsbasen, wie es bei den Gewässern der mittleren Alb der Fall ist, nicht ohne Wirkung sein. Den hohen Dichtestufen ihres Nordwestens liegt nicht nur als ein mitbestimmender Faktor die stärkere Arbeitsfähigkeit zu Grunde, die die Stirnflüsse dort am Stufenhang an sich schon haben müssen, diese ist vielmehr durch ihre Zugehörigkeit zum System des Neckars und damit zur tief gesenkten Basis der Oberrheinischen Tiefebene über das Normale hinaus erhöht. So sind die Donauzuflüsse mit ihrer hochgelegenen Erosionsbasis ihnen gegenüber doppelt im Nachteil und sind, vollends wenn ihnen von den Eroberern des Nordwestens Teile des früheren Oberlaufs abgewonnen wurden, nicht imstande, tiefere, wasserführende Horizonte des Schichtenstoßes anzuschneiden.

4. Junge Formveränderungen.

Es ist das historische Moment, das sich hier in seiner Bedeutung für die Flußdichte der Gegenwart zu erkennen gibt. Hauptsächlich Oberschwaben ist aber der Schauplatz, wo seine Einwirkungen von umfassender, wenn auch zahlenmäßig nicht nachzuweisender, Bedeutung sind. Darauf weisen die Anordnung der Hauptflüsse im nördlichen Oberschwaben oder, wie im Südwesten von Biberach, ost-westlich verlaufende Talweitungen im Zug alter Abzugswege von Gewässern der Würmeiszeit hin. Vollends im südlichen Oberschwaben mit seinen Seen, moorerfüllten Talzügen und Bächen in den Senkungen des Geländes, dem besonders bei der Schussen noch im Widerstreit mit ihrer eigenen Richtung stehenden Verlauf der Zuflüsse muß dieser Faktor von großem Einfluß auf die Flußdichte sein.

XI. Zusammenfassung.

1. Unser Gebiet.

Im vorstehenden ist der Versuch gemacht worden, zu zeigen, welche Faktoren der Flußdichte der untersuchten Landschaften zu Grunde liegen, und in welcher Weise die festgestellten Verschiedenheiten durch sie bedingt werden. Ich war mir von Anfang an bewußt, daß jedes Ergebnis mit einer nicht zu unterschätzenden Zugabe von Unsicherheit belastet ist. Dies zu vermeiden wäre aber nur dann möglich, wenn zur Untersuchung der Wirkung jeder Einzelursache mindestens zwei Gebiete zur Verfügung stünden, die Verschiedenheiten dieses einen Faktors mit der Konstanz aller übrigen verbinden würden. Es ist verständlich, daß diese Anforderung allgemein und mit der nötigen Sicherheit nicht erfüllt werden und damit die ganze Untersuchung nach dieser exakten

Methode nicht aufgebaut werden konnte. So mußte eben versucht werden, bei jeder Landschaft aus der Gesamtheit der Ursachen die zu bestimmende etwas herauszuschälen und ihren Einfluß abzuwägen. Zusammenfassend ergibt sich hierbei:

Für die Verschiedenheiten der Flußdichte sind in erster Linie die geologisch-petrographischen Verhältnisse verantwortlich zu machen, deren Einwirkungen sich durchgehend nachweisen ließen. Daneben haben der Gegensatz von Hoch und Tief, die Lagerung der Schichten, die Zugehörigkeit und die Art der Angliederung an diese oder jene Erosionsbasis ein nicht zu übersehendes Gewicht. Die Wirkungen dieser Faktoren nachzuweisen gelingt freilich nicht so allgemein, wie dies beim eben erwähnten Hauptfaktor möglich ist. Es ist die eine oder andere Landschaft, in der ihr Einfluß so stark wird, daß er sich deutlich zu erkennen gibt.

Wenn man bedenkt, daß der Niederschlag, vom Beitrag juvenilen Wassers abgesehen, überhaupt erst die Möglichkeit zur Entstehung eines Flußnetzes schafft, so muß der Einfluß, den er auf die Dichte dieses Netzes hat, überraschend gering genannt werden. Dies gilt besonders von der als mittlerer jährlicher Niederschlag gemessenen Gesamtmenge; stärker sind die Einwirkungen der einzelnen hohen Regengüsse, die hier als extreme Tagesmaxima erfaßt worden sind. Die Wirkungen der größeren oder geringeren Niederschlagsmenge lassen sich meist erst erkennen, wenn es gelingt, den Einfluß der geologisch-petrographischen Verhältnisse abzuwägen und aus der gegebenen Flußdichte zu eliminieren. Ohne dieses Verfahren ist die Bedingtheit des Flußnetzes durch die Niederschläge mit einiger Sicherheit nur dort aufzuweisen, wo für den Hauptfaktor, den Grad der Durchlässigkeit des Baumaterials, wenigstens mit einer Ähnlichkeit im großen ganzen gerechnet werden darf. Das ergab sich z. B. beim Vergleich von nördlichem und südlichem Oberschwaben. Für die Regel liegt aber eine solche, wenn auch nur angenäherte Konstanz nicht vor. Dann ist die größere oder geringere Niederschlagsmenge durch die in ihr steckende Arbeitskraft zwar nicht ohne Einfluß auf das, was auf und in der Erdoberfläche weiter mit ihr geschieht, aber die wesentlichen Präger der Form, die die Wassermengen erhalten, sind in den oben genannten Faktoren, besonders den beiden ersten, zu suchen. Anders läßt sich nicht verstehen, daß z. B. der Schurwald mit nur wenig höherem Niederschlag als das Enzgebiet über die dreifache Dichte aufweist, daß für weite Gebiete im östlichen Schwarzwald trotz zunehmenden mittleren jährlichen Niederschlags die Flußdichte dieselbe bleibt oder vollends, daß auf der mittleren Alb Flußdichte und Niederschlag sich ungefähr entgegengesetzt verhalten.

Bei aller Wertung des Unterschiedes zwischen der tatsächlich geringen Bedeutung eines Faktors und der geringen Möglichkeit ihrer Erfassung muß dagegen gesagt werden, daß für die untersuchten Landschaften die Faktoren der Vegetationsbedeckung, der mittleren Höhe, des Abflusses nicht von der wesentlichen Bedeutung sind, daß sie unter die bisher genannten Hauptfaktoren aufgenommen werden müßten.

Überblicken wir noch einmal die verschiedenen Flußdichtewerte, welche wir für die untersuchten Landschaften erhalten haben. Wir konnten sie nach ihrer Dichte in drei Gruppen einteilen, und zwar unterschieden wir Landschaften verhältnismäßig niederer Dichte — mittlere Alb, Enzgebiet, östlicher Schwarzwald —, dann das nördliche Oberschwaben als Landschaft mit mittlerer Dichte, und endlich waren südliches Oberschwaben, Kniebisstock und Schurwald die Vertreter der Gruppe mit hoher Dichte.

Die erste Gruppe umfaßt Glieder mit relativ geringem bis mittlerem Niederschlag. Nicht dieser ist es aber, der ihre Stellung bedingt — man vergleiche Niederschlag und Flußdichte im Enzgebiet und im Schurwald, der mittleren Alb und des nördlichen Oberschwabens, des östlichen Schwarzwaldes und des südlichen Oberschwabens —, sondern der Grund ist in der großen Durchlässigkeit der Kalksteine und klüftigen Sandsteine zu suchen.

Die Stellung, welche das nördliche Oberschwaben zwischen den beiden größeren Landschaftsgruppen einnimmt, ergibt sich im ganzen auch aus der Durchlässigkeit der am Aufbau beteiligten Schichten, denn diese kann, alles ineinander gerechnet, als eine mittlere bezeichnet werden. Dazu kommt der Einfluß des geringen Niederschlags. Er verhindert, daß die Landschaft wie das sonst in den Durchlässigkeitsverhältnissen ähnliche südliche Oberschwaben schon zur dritten Gruppe gehört.

In den Verband der Landschaften mit hoher Flußdichte ist, trotz der relativ geringen Niederschlagsmenge, der Schurwald eingegliedert um der geringen mittleren Durchlässigkeit seiner Gesteine willen. Ihr Einfluß ist so stark, daß er diese Landschaft sogar an die Spitze dieser Gruppe und damit an die aller untersuchten Gebiete zu stellen vermag. Zur Erklärung der Stellung des Kniebisgebietes, besonders auch im Vergleich zum östlichen Schwarzwald, ist neben der teilweise geringen Durchlässigkeit und der sehr hohen Regenmenge das verschiedene Flußgefälle heranzuziehen, das durch die nahe Lage der tiefen Erosionsbasis bedingt wurde. Das südliche Oberschwaben nimmt unter den Landschaften der dritten Gruppe die Stelle geringster Dichte ein. Die Durchlässigkeit kann nur eine mittlere genannt werden; sie hat aber dennoch im Verein mit dem ziemlich hohen Niederschlag ein relativ dichtes Flußnetz entstehen lassen. Unterstützt aber werden beide Faktoren hier besonders stark durch die Auswirkungen eiszeitlicher Verhältnisse, die ein normales Abflußnetz mit der vergleichsweise straffen Gliederung seiner Elemente, die zu einer Verringerung der Flußdichte führen müßte, erst teilweise haben entstehen lassen.

2. Vergleich mit anderen Untersuchungsgebieten.

Um noch einen kurzen Vergleich meiner Ergebnisse mit denen der bereits vorhandenen Arbeiten zu ermöglichen, werden im folgenden noch die Flußdichtewerte aller bis jetzt untersuchten Gebiete zusammengestellt:

Gebiet	Flußdichte in km/qkm
Pommersche Seenplatte	0,36
Flachland an Ahr, Roer und Erft	0,44
Mittlere Alb	0,52
Enzgebiet	0,53
Schweizerisch-französischer Jura	0,54
Nordschleswig	0,56
Hügelland an Ahr, Roer und Erft	0,63
Östlicher Schwarzwald	0,66
Harzvorland	0,68
Mecklenburgische Seenplatte	0,69
Eifel, Oberlauf von Ahr, Roer und Erft	0,73
Gebiet der oberen und mittleren Saale	0,80
Eifel (nach Puls)	0,84
Nordwestliches und südwestliches Vorland der mecklenburgischen Seenplatte	0,86
Teutoburger Wald und Wiehengebirge	0,93
Östliches Münsterisches Becken	0,95
Glatzer Kessel	1,06
Attika	1,10
Nördliches Oberschwaben	1,10
Elbsandsteingebirge	1,13
Berner Alpen (Jungfrau)	1,28
Schwarzwald (nach Neumann)	1,33
Südliches Oberschwaben	1,53
Kniebisstock	1,68
Harz	1,77
Schurwald	1,81

Der aus der Tabelle S. 25 unter Berücksichtigung der Größe der einzelnen Landschaften gebildete mittlere Flußdichtewert für alle untersuchten württembergischen Gebiete zusammen fügt sich mit 0,90 km/qkm den obigen Werten für Mittelgebirgsgebiete gut ein. Läßt man die Beziehung zur Fläche außer acht, so erhält man den Wert 1,12 km/qkm. Auffallend ist die Stellung von mittlerer Alb und Enzgebiet, ist doch ihre Flußdichte (wie übrigens auch die des schweizerisch-französischen Jura) praktisch der des Flachlandes Nordschleswig gleich. Die Regenmenge in Schleswig mit 730 mm ist allerdings von derjenigen des Enzgebietes (664 mm) und der Alb (803 mm) nicht sehr verschieden. Doch ist es durchaus unwahrscheinlich, daß die ähnlichen Regenmengen die ähnlichen Flußdichten bewirken. Es scheint auch hierfür wieder die große Durchlässigkeit der Kalke der Alb und des Enzgebietes mit ihrer ungünstigen Wirkung auf die Entstehung oberflächlicher Wasserläufe die Ursache zu sein. Ähnliches gilt für den östlichen Schwarzwald. Auch die hohe Dichte des Schurwaldes — er steht an der Spitze aller bis

jetzt untersuchten Landschaften — muß in erster Linie auf seine Durchlässigkeitsverhältnisse zurückgeführt werden; der Niederschlag dieses Gebietes kann seine Stellung unter den anderen nicht erklären.

Lehrreich ist es auch, daß der Neumannsche Wert für den südlichen und mittleren Schwarzwald sich keinem meiner beiden für Schwarzwaldlandschaften errechneten Werte anschließt. Die geringere Dichte des östlichen Schwarzwaldes läßt sich zum guten Teil aus der größeren Durchlässigkeit der Buntsandsteinschichten gegenüber einem großen Teil derjenigen Gesteine, welche das Neumannsche Gebiet aufbauen, verstehen. Auch wird ein großes Stück jenes Gebietes direkt zum Rhein entwässert, was, wie wir beim Kniebisstock sahen, der Ausbildung eines dichten Flußnetzes günstig ist. — Was das Verhältnis der Flußdichte dieser beiden letzten Gebiete anlangt, so sahen wir, daß das Grundgebirge, soweit es zutage geht, eine ziemlich hohe Flußdichte aufwies. Daher fällt zunächst der bedeutende Unterschied zwischen diesen beiden Gebieten auf. Eine teilweise Erklärung mag er zwar schon in der bedeutend höheren Niederschlagsmenge des Kniebisstockes finden. Außerdem aber sind am Aufbau des südlichen Gebietes auch Buntsandstein- und Muschelkalkschichten sowie im Osten Keuper- und Juraschichten beteiligt, und alle diese Schichten der Umrandung des eigentlichen südlichen Schwarzwaldes drücken den Mittelwert für das ganze Gebiet herab. Schließt man Donau- und Wutachgebiet, und damit den größten Teil der überlagernden Schichten aus, so erhält man einen Dichtewert von 1,54 km/qkm, der sich mit dem Ergebnis des Kniebisstockes eher in Parallele setzen läßt.

Literatur- und Kartenverzeichnis.

I. Allgemeine Literatur.

1. Brückner, E.: Die feste Erdrinde und ihre Formen in Hann-Hochstetter-Pokorny, Allgemeine Erdkunde. Wien 1897.
2. Das Königreich Württemberg. Herausgegeben vom Kgl. Statistischen Landesamt. Stuttgart 1904.
3. Davis, W. M.: Die erklärende Beschreibung der Landformen. Leipzig und Berlin 1912.
4. Gravelius, H.: Flußkunde. Berlin und Leipzig 1914.
5. Hettner, A.: Grundzüge der Länderkunde. I. Band. Leipzig 1925.
6. Krebs, N.: Süddeutschland. Leipzig und Berlin 1923.
7. Passarge, S.: Die Grundlagen der Landschaftskunde. Hamburg 1919.
8. Penck, W.: Morphologie der Erdoberfläche. Stuttgart 1894.
9. Ratzel, F.: Deutschland. Leipzig 1907.
10. Supan, A.: Grundzüge der physischen Erdkunde. Leipzig 1916.
11. Wagner, H.: Lehrbuch der Geographie. Hannover und Leipzig 1923.

II. Spezielle Literatur.

12. Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Herausgegeben vom Kgl. statistisch-topographischen Bureau, Stuttgart.
13. Böhmer, G.: Die Flußdichte im Gebiet der mecklenburgischen Seenplatte und ihrer Vorländer. J. D. Rostock 1922.
14. Boettcher: Maß für die Dichte der Eisenbahnnetze. Geographische Zeitschrift. Jahrgang 1900.

15. Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. Württemberg. Herausgegeben von der Kgl. Württembergischen Meteorologischen Zentralstation, Stuttgart. Jahrgang 1876—1918.
16. Engel, T.: Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. Stuttgart 1908.
17. Engel, T.: Geologischer Exkursionsführer durch Württemberg. Stuttgart 1911.
18. Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Württemberg. Herausgegeben vom Württembergischen Statistischen Landesamt, Stuttgart.
19. Feldner, H.: Die Flußdichte und ihre Bedingtheit im Elbsandsteingebirge und in dessen nordöstlichen Nachbargebieten. J. D. Leipzig 1903.
20. Fluck, R.: Die Flußdichte im schweizerisch-französischen Jura. J. D. Basel 1925.
21. Frank, L.: Beziehungen zwischen Regenfall und Quellergiebigkeit unter besonderer Berücksichtigung der Münchener Wasserversorgung und der Kissinger Quellen. J. D. Erlangen 1911.
22. Fritzsche, R.: Niederschlag, Abfluß und Verdunstung auf den Landflächen der Erde. J. D. Halle a. d. S. 1906.
23. Goll, A.: Reliefenergie und Flußdichte von Bessarabien. Manuskript. Tübingen 1929.
24. Gravelius, H.: Die Flußdichte in Bayern. Zeitschrift für Gewässerkunde. Leipzig 1903.
25. Gravelius, H.: Notiz über die Flußdichte. Geographische Zeitschrift. Jahrgang 1908.
26. Gravelius, H.: Wald und Wasser. Zeitschrift für Gewässerkunde. VIII. Jahrgang.
27. von Hann, J.: Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1915.
28. von Hann, J.: Über die Reduktion kürzerer Reihen von Niederschlagsmessungen auf die langjährige Reihe einer Nachbarstation. Meteorologische Zeitschrift. Jahrgang 1898.
29. Haeuser, J.: Die Niederschlagsverhältnisse in Bayern und in den angrenzenden Staaten in Kartendarstellungen. München 1920.
30. Loos, F.: Zur Hydrographie des Westerwaldes. J. D. Gießen 1904.
31. Nagolder Heimatbuch. Herausgegeben von G. Wagner. Öhringen 1925.
32. Neumann, L.: Die Dichte des Flußnetzes im Schwarzwalde. Gerlands Beiträge zur Geophysik. IV. Band. Leipzig 1900.
33. Palm, A. M.: Karstphaenomene auf der Reutlinger und Tübinger Alb. J. D. Tübingen 1912.
34. Puls, E.: Vergleichende Untersuchungen über Flußdichte. J. D. Hamburg 1910.
35. Rasehorn, F.: Die Flußdichte im Harze und in seinem nördlichen Vorlande. J. D. Halle a. d. S. 1911.
36. Sauerbier, H.: Die Flußdichte im Gebiet der oberen und mittleren Saale. J. D. Jena 1918.
37. Schaefer, W.: Die Flußdichte zwischen Teutoburger Wald und Wiehengebirge. J. D. Dresden 1912.
38. Schmidt, C. W.: Der Fluß. Eine Morphologie fließender Gewässer. Leipzig 1919.
39. Spöttle, J.: Die schätzungsweise Bestimmung der Gesamtlänge der fließenden Gewässer im Königreich Bayern. II. Anhang zum Jahrbuch 1901 des Kgl. bayrischen hydrotechnischen Bureaus. München 1902.
40. Suerken, J.: Die Flußdichte im östlichen Teile des Münsterschen Beckens. J. D. Dresden 1909.
41. Ule, W.: Physiogeographie des Süßwassers. (Grundwasser, Quellen, Flüsse, Seen.) Enzyklopaedie der Erdkunde. Leipzig 1925.
42. Ule, W.: Niederschlag und Abfluß in Mitteleuropa. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Stuttgart 1903.

43. Ule, W.: Über Beziehungen zwischen dem Wasserstand eines Stromes, der Wasserführung desselben und der Niederschlagshöhe im zugehörigen Stromgebiet. Meteorologische Zeitschrift. Jahrgang 1890.
44. Wagner, G.: Berg und Tal im Triasland von Franken und Schwaben. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte unserer Landschaft. Öhringen 1922.
45. Wagner, G.: Die Landschaftsformen von Württembergisch Franken mit besonderer Berücksichtigung des Muschelkalkgebietes. Erdgeschichtliche und landeskundliche Abhandlungen aus Schwaben und Franken. Heft 1. Öhringen 1920.
46. Wagner, G.: Junge Krustenbewegungen im Landschaftsbilde Süddeutschlands. Beiträge zur Flußgeschichte Süddeutschlands I. Öhringen 1929.
47. Wolff, N. N.: Die Flußdichte im Gebiet der Ahr, Erft und Roer. J. D. Bonn 1912.
48. Württembergische Oberamtsbeschreibungen, verschiedene.
49. Wunderlich, E.: Württemberg im Kartenbild 1 : 100 000. Teil I: Oberschwaben; Teil II: Die Schwäbische Alb. Stuttgart 1927 und 1929.
50. Wundt, W.: Niederschlag und Abfluß, speziell im oberen Neckargebiet. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Stuttgart 1910.
51. Wundt, W.: Niederschlag und Abfluß in Württemberg. Ebenda. Stuttgart 1916.
52. Wundt, W.: Der Abflußvorgang im obersten Enzgebiet. Ebenda. Stuttgart 1919.
53. Wundt, W.: Niederschlag und Abfluß im Schwarzwald. Ebenda. Stuttgart 1927.

III. Karten.

Geognostische Karte von Württemberg im Maßstab 1 : 50 000.

Geologische Spezialkarte von Württemberg im Maßstab 1 : 25 000.

Geologische Übersichtskarte von Württemberg und Baden, dem Elsaß, der Pfalz und den weiterhin angrenzenden Gebieten. Im Maßstab 1 : 600 000.

Gewässer- und Höhenkarte des Königreichs Württemberg im Maßstab 1 : 600 000.

Hydrographische Übersichtskarte des Königreichs Württemberg im Maßstab 1 : 600 000.

Karte des Deutschen Reiches im Maßstab 1 : 100 000.

Neue topographische Karte des Königreichs Württemberg im Maßstab 1 : 25 000.

Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches im Maßstab 1 : 200 000.

Lebenslauf.

Ich wurde am 3. Januar 1902 zu Abstatt (OA. Heilbronn) als Tochter des Oberlehrers Jakob Gönnenwein und seiner Frau Sofie geb. Ganßer geboren. Meine Schulzeit schloß ich 1920 mit der Reifeprüfung an der Wilhelms-Oberrealschule in Stuttgart ab und studierte darnach in den Jahren 1920—1925 an den Universitäten in Tübingen und München und an der Technischen Hochschule in Stuttgart Naturwissenschaften und Geographie. Nach der Ablegung der I. und II. Dienstprüfung für das höhere Lehramt naturwissenschaftlicher Richtung in Württemberg im Jahre 1925 bzw. 1926 und dreijähriger beruflicher Tätigkeit bezog ich im Sommersemester 1929 wieder die Universität Tübingen, um die vorliegende Arbeit fertigzustellen.

Während meiner Studienzeit habe ich bei folgenden Herren Professoren und Dozenten gearbeitet und gehört: Prof. Dr. Adickes, Prof. Dr. Blochmann, Prof. Dr. Bräuhäuser, Prof. Dr. Broili, Prof. Dr. Distel, Prof. Dr. von Drygalski, Prof. Dr. Goßler, Prof. Dr. Hegi, Prof. Dr. E. Hennig, Privatdozent Dr. Jessen, Prof. Dr. Kliegl, Prof. Dr. Kutscher, Prof. Dr. Lehmann, Privatdozent Dr. Oehlkers, Prof. Dr. Paschen, Prof. Dr. Rosenberg, Prof. Dr. Ruhland, Prof. Dr. Sierp, Prof. Dr. C. Uhlig, Prof. Dr. Vogel, Prof. Dr. Wilbrandt, Prof. Dr. Wislicenus, Prof. Dr. Wunderlich, Prof. Dr. Ziegler.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinen Lehrern, insbesondere Herrn Professor Dr. C. Uhlig, meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Erdgeschichtliche und landeskundliche Abhandlungen aus Schwaben und Franken

Herausgegeben vom Geologischen und vom Geographischen Institut der Universität Tübingen.

Ein Sammlung wertvoller Arbeiten geologischen und geographischen Inhalts über Süddeutschland.

Heft 1: **Die Landschaftsformen von Württembergisch-Franken.** Mit besonderer Berücksichtigung des Muschelkalkgebiets. Von Professor Dr. Georg Wagner. Mit 32 Abbildungen. — Vergriffen.

Heft 2: **Strukturelle und skulpturelle Züge im Antlitz Württembergs.** Von Professor Dr. Edwin Hennig, Universität Tübingen. Mit 15 Abbildungen. Preis 40 Pfg.

Heft 3: **Der Keuper im nordöstlichen Württemberg.** Von Dr. Erwin Silber, Stuttgart. Mit 15 Abbildungen. — Vergriffen.

Heft 4: **Berg und Tal im Triasland von Franken und Schwaben.** Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte unserer Landschaft. Von Professor Dr. Georg Wagner. Mit 51 Abbildungen. Preis 2 RM.

Heft 5: **Das Vindelizische Land.** Beitrag zur Paläogeographie Süddeutschlands. Von Dr. Wilhelm Pfeiffer, Stuttgart. Mit 5 Abbildungen. Preis 1 RM.

Heft 6: **Die fränkische Landschaft im Wechsel der Zeiten.** Von Professor Dr. Georg Wagner. Mit 10 Abbildungen. Preis 60 Pfg.

Heft 7: **Sonnen- und Schattenlage.** Ihr Klima und ihr Einfluß in den Alpen, sowie im Schwaben- und Frankenland. Von Dr. Friedrich Huttenlocher, Ulm. Mit 8 Abbildungen. Preis 80 Pfg.

Heft 8: **Tübingen und Umgebung.** Eine geographische Erläuterung. Von Professor Dr. Carl Uhlig, Universität Tübingen. Mit 1 Plan. Preis 60 Pfg.

Heft 9: **Über die ehemalige Verbreitung der Weiher in Württemberg.** Eine wirtschaftsgeographische Studie. Von Dr. Otto Jessen, Privatdozent für Geographie an der Universität Tübingen. Preis 70 Pfg.

Heft 10: **Junge Krustenbewegungen im Landschaftsbilde Süddeutschlands.** Beiträge zur Flußgeschichte Süddeutschlands I. Von Dr. Georg Wagner. Umfang 302 Seiten, mit 131 Abbildungen und Karten, sowie 32 Lichtbildern auf 16 Tafeln. Preis geb. 10 RM.

Heft 11: **Wirtschafts- und Siedlungsgeographie des nordöstlichen Schwarzwaldes und der angrenzenden Gäulandschaften.** Von Bezirksschulrat Knödler, Nagold. Umfang 144 Seiten, mit 50 Abbildungen und 14 Kunstdrucktafeln. Preis 3,50 RM.

... Der Verfasser hat in seinem Buch wertvolles Neuland bearbeitet. — Er verdient, daß sein Name neben Forschern von Ruf genannt werde.

„Lehrerbote für Württemberg."

Heft 12: **Geologie von Heilbronn.** Von Dr. Karl Heubach, Heilbronn, und Dr. Wilhelm Pfeiffer, Stuttgart. Umfang 152 Seiten, mit 84 Abbildungen. Preis in Halbleinen geb. 3,60 RM.

... Die klare Darstellung erhebt das Werk in die Reihe der besten Heimatbücher.

„Südwestdeutsche Schulblätter."

... Dieses Buch wird besonders den Schulen ein willkommenes Hilfsmittel und den Fachgeologen eine nützliche Gesamtdarstellung sein. „Bund für Heimatschutz."

Heft 13: **Untersuchungen über die Flußdichte schwäbischer Landschaften.** Von Dr. Marie-Luise Gönnenwein, Abstatt. Umfang 68 Seiten, mit 3 Abbildungen und 8 Karten. Preis kartoniert 2,50 RM.

Heft 14: **Das Neckarquellgebiet in seiner Entwicklung zur Industrielandschaft.** Von Dr. Friedrich Haller, Trossingen. Umfang 132 Seiten, mit 23 Karten und Kurven im Text, sowie 11 Abbildungen auf 8 Kunstdrucktafeln. Preis kartoniert 3,50 RM.

Die Sammlung wird fortgesetzt.

Wagner, Georg: **Geologische Heimatkunde von Württembergisch-Franken.** Mit 87 Abbildungen. Preis 1 RM.

Wagner, Georg: **Hall am Kocher.** Eine Einführung in Geschichte und Landschaft. Unter Mitarbeit von Fiechter, Gößler, Paret u. a. Mit 21 Abbildungen. Preis 1 RM.

Verlag Hohenlohesche Buchhandlung Ferdinand Rau, Öhringen